



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA PODNIKATELSKÁ**  
**ÚSTAV INFORMATIKY**

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF INFORMATICS

# **NÁVRH POČÍTAČOVÉ SÍTĚ PRO MALOU FIRMU**

COMPUTER NETWORK DESIGN FOR SMALL BUSINESS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**ONDŘEJ HAVELKA**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.**

BRNO 2014

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Havelka Ondřej**

---

Manažerská informatika (6209R021)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

**Návrh počítačové sítě pro malou firmu**

v anglickém jazyce:

**Computer Network Design for small business**

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Cíle práce, metody a postupy zpracování

Teoretická východiska práce

Analýza současného stavu

Vlastní návrhy řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

BIGELOW, S. J. Mistrovství v počítačových sítích. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0178-9.

HORÁK, J. Malá počítačová síť doma a ve firmě. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0582-6.

HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 3. aktual. vyd. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-251-0892-9.

MCGRAW-HILL PROFESSIONAL. Networking Infrastructure and Design.

Mhprofessional.com [online]. 2014. Dostupné z:

<http://www.mhprofessional.com/downloads/products/0071767576/0071767576-chapter-1.pdf>

SHINDER, D. L. Počítačové sítě. Praha: SoftPress, 2003. ISBN 80-86497-55-0.

SOSINSKY, B. Mistrovství – počítačové sítě. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3363-7.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

L.S.

---

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.  
Ředitel ústavu

---

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.  
Děkan fakulty

V Brně, dne 27.04.2014

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce je navrhnout novou počítačovou síť pro malou firmu. Bakalářská práce je rozdělena do tří částí. První část je věnována základním teoretickým poznatkům o počítačové síti, v následující části je provedena analýza současného stavu univerzální kabeláže v konkrétní firmě. Poslední část obsahuje návrh na modernizaci stávající univerzální kabeláže včetně souhrnu předpokládaných nákladů na realizaci návrhu.

## **Abstract**

The aim of bachelor's thesis is computer network design for small business. The bachelor's thesis is divided into three parts. The first part is engaged theoretical ground of computer network, second part analyzes the current state of universal cabling within the specific business. The last part contains a design to modernize the existing universal cabling including summary of expected costs for realization of design.

## **Klíčová slova**

počítačová síť, LAN, Ethernet, univerzální kabeláž, datový rozvaděč

## **Key words**

computer network, LAN, Ethernet, universal cabling, data cabinet

### **Bibliografická citace**

HAVELKA, O. *Návrh počítačové sítě pro malou firmu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2014. 68 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.  
Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 31. května 2014

.....

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Vilému Jordánovi a Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěli k vypracování této bakalářské práce.

# Obsah

ÚVOD.....	10
VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍL PRÁCE.....	11
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA .....	12
1.1 Dělení sítí podle rozsahu .....	12
1.2 Dělení sítí podle topologie .....	14
1.3 Referenční model ISO/OSI .....	17
1.3.1 Vrstvy.....	17
1.4 Dělení sítí podle přenosového prostředí.....	19
1.4.1 Optické kabely .....	19
1.4.2 Metalické kabely .....	20
1.4.2.1 Koaxiální kabely .....	20
1.4.2.2 Párové kabely .....	21
1.4.3 Bezdrátové sítě.....	25
1.5 Aktivní prvky počítačové sítě .....	26
1.6 Univerzální kabeláž.....	28
1.6.1 Základní normy pro univerzální kabeláž .....	28
1.6.2 Sekce kabeláže .....	29
1.6.3 Prvky univerzální kabeláže .....	30
1.6.3.1 Spojovací prvky .....	30
1.6.3.2 Prvky organizace .....	33
1.6.3.3 Prvky vedení.....	35
1.6.3.4 Prvky značení .....	36
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....	38
2.1 Základní údaje o firmě .....	38
2.2 Popis budovy.....	39
2.2.1 Analýza jednotlivých podlaží .....	40



2.3	Analýza počítačové sítě.....	41
2.3.1	Analýza hardware .....	42
2.4	Shrnutí analýzy.....	43
2.5	Požadavky společnosti na realizaci .....	44
3	NÁVRH ŘEŠENÍ .....	45
3.1	Přípojná místa.....	45
3.2	Kabeláž.....	47
3.2.1	Horizontální sekce kabeláže .....	47
3.2.2	Pracovní sekce kabeláže .....	47
3.3	Spojovací prvky .....	48
3.3.1	Propojovací panel .....	48
3.3.2	Datové zásuvky.....	49
3.3.3	Komunikační modul .....	49
3.4	Organizace kabeláže.....	50
3.4.1	Datový rozvaděč .....	50
3.5	Vedení a trasy kabeláže.....	52
3.6	Značení.....	54
3.7	Návrh aktivních prvků.....	55
3.8	Rozpočet nákladů .....	56
3.9	Záruka na univerzální kabeláž .....	57
3.10	Měření univerzální kabeláže.....	57
	ZÁVĚR .....	59
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	61
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	66
	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	67
	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ .....	67
	SEZNAM PŘÍLOH.....	68

# ÚVOD

Počítačovou síť lze definovat jako spojení mezi dvěma či více počítači za účelem výměny dat mezi nimi. Se stále se rozvíjejícími informačními technologiemi hraje počítačová síť v dnešní době mimořádně důležitou roli. Stala se nedílnou součástí každého podniku, protože dnes už téměř vše závisí na výpočetních technologiích. Lidem ve firmách tyto technologie usnadňují, zrychlují a zefektivňují práci. Vývoj informačních technologií postupuje stále rychle kupředu a nároky softwaru na hardware se postupně zvyšují. Stejně tak legislativní, technologické, ekologické a etické požadavky se postupem času mění, proto je potřeba mít ve firmě počítačovou síť, která odpovídá požadavkům a normám současnosti. V dnešní uspěchané době je důležitá rychlost, proto by v každé firmě měla být co nejmodernější a nadčasová počítačová síť. Na základě tohoto může být zaručen svižný a bezproblémový chod veškerého softwaru, zrychlení firemní komunikace a zefektivnění výkonu všech pracovníků. Náklady na pořízení nové počítačové sítě jsou velmi různé a liší se dle zvolené přenosové technologie a dodavatele.

Počítačová síť je soubor kabelážních prvků, které umožňují propojení jednotlivých zařízení v rámci sítě. Jinými slovy lze říci, že správným propojením těchto prvků vzniká univerzální kabeláž. Jeho vybudování nelze realizovat ze dne na den. Je nezbytné nejprve pečlivě analyzovat objekt, ve kterém bude univerzální kabeláž instalována, a poté podrobně připravit návrh projektu na realizaci počítačové sítě. Aby bylo možné vytvořit kvalitní návrh univerzální kabeláže, je potřeba znát a dodržovat pravidla určená normami, standardy a ustanoveními pro kabelážní systémy. Je velmi důležité pečlivě zhodnotit i všechny technické a přenosové parametry navrhované univerzální kabeláže, protože počítačová síť se realizuje na dobu srovnatelnou s životností budovy. Ovšem vývoj informačních technologií jde kupředu vysokým tempem, proto je velmi důležité, aby dnešní realizované univerzální kabeláže vyhovely i potřebám budoucím a splňovaly požadavky na bezpečnost a spolehlivost. (Kassex)

## VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je navrhnout novou počítačovou síť pro malou firmu. Návrh je proveden na základě analýzy budovy, současného stavu univerzální kabeláže a podle požadavků firmy.

V první části práce jsou popsána důležitá teoretická východiska, která napomůžou k pochopení dané problematiky a podle kterých je možné provést analýzu současného stavu počítačové sítě a vypracovat návrh na novou univerzální kabeláž.

Druhá část práce se zabývá samotnou analýzou současného stavu. To znamená, že je krátce charakterizována firma a její podnikatelská činnost. Následně je provedena analýza budovy, ve které firma sídlí. Na plánech jednotlivých podlaží, blokovém schématu budovy a kabelové tabulce datového rozvaděče je vyznačeno současné rozmístění datových zásuvek a jejich počet. Následně je popsán stav současné počítačové sítě, osazení datového rozvaděče a stav ostatního hardware ve firmě. Posledním a velmi důležitým bodem této části je shrnutí požadavků společnosti na návrh novou univerzální kabeláž. Z analýzy vyplývá, že stávající počítačová síť je ve velmi nevyhovujícím stavu.

Návrhová část se zaměřuje na modernizaci a nahrazení stávající počítačové sítě novou sítí, která odpovídá dnešním normám a standardům a také požadavkům firmy. V návrhu je předvedeno řešení provedení počítačové sítě, včetně návrhu všech síťových prvků, které jsou zahrnuty do univerzální kabeláže. V práci je řešeno, jaký typ kabeláže se použije pro počítačovou síť, počet přípojných míst včetně umístění zásuvek, vedení kabeláže s organizačními prvky, popis a značení veškerých datových rozvodů a v neposlední řadě osazení rozvaděče. Návrh obsahuje nákres jednotlivých podlaží s vyznačením kabelových tras, rozvaděče a jednotlivých datových zásuvek. Dále je do návrhu zahrnuto schéma zapojení patch panelu a kabelová tabulka. Na konci práce je provedena analýza celkových nákladů spojených s návrhem univerzální kabeláže.

# 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

První počítačové sítě vznikaly v polovině 20. století a měly pouze omezené možnosti. Dnešní sítě již mají jinou podobu a neustále se zdokonalují a zrychlují. Počítačová síť obecně je tvořena dvěma či více zařízeními, která jsou spolu navzájem propojená za účelem sdílení informací či zdrojů. Spojení se může uskutečňovat pomocí kabelu nebo bezdrátových zařízení. Sdílené informace nebo zdroje mohou být datové soubory, aplikační programy, modemy, tiskárny a spousta dalších hardwarových zařízení. (Shinder, 2003)

Dělení sítí může probíhat například podle fyzického tvaru, topologie, metody administrace, síťových protokolů, architektury, přenosového média a síťového operačního systému. (Shinder, 2003)

## 1.1 Dělení sítí podle rozsahu

Jedním ze základních způsobů dělení sítí je roztřídění podle fyzického tvaru, neboli podle geografické rozlohy, na které je síť realizována. Tato metoda dělení rozděluje sítě do tří základních kategorií. Kategorie se vzájemně doplňují v závislosti na velikosti sítě, tedy podle množství připojených uživatelů. (Shinder, 2003)

### **Síť LAN (Local Area Network)**

Síť LAN může reprezentovat nejen počítačovou síť, která má prostorové omezení a ve které jsou počítače zapojeny a fyzicky umístěny blízko u sebe, ale také síť, která nemusí být propojena ve fyzickém slova smyslu, nýbrž přes VPN (virtuální privátní síť). Pomocí VPN lze propojit jednu firmu s druhou, přičemž vzdálenost firem od sebe může být klidně i několik set kilometrů, a ve výsledku to bude stále síť LAN. Může se skládat ze dvou počítačů umístěných v domácnosti (kanceláři), nebo také ze stovky počítačů v budově nebo firmě, která čítá i několik desítek objektů. (Shinder, 2003)

Kritéria pro síť LAN jsou vysoké přenosové rychlosti, malé přenosové zpoždění, vzájemná „viditelnost uzlů“, systematická topologie a vlastnění provozovatelem. (Ondrák, 2012)

### **Síť MAN (Metropolitan Area Network)**

Síť MAN se skládá ze dvou a více sítí typu LAN, které jsou vzájemně propojené na rozloze odpovídající většímu městu, proto se tedy v názvu vyskytuje slovo metropolitní. Tato síť je implementována mnohem méně než LAN nebo WAN, neboť většina sítí svou velikostí spadá buď do kategorie LAN, nebo se naopak rozpíná na větších vzdálenostech s přístupovými body v různých městech nebo státech, což odpovídá charakteristikám sítě WAN. (Shinder, 2003)

Pro vysvětlení lze uvést jako příklad univerzitní síť VUT v Brně. Každá fakulta má vlastní síť LAN a tyto sítě pak tvoří jednu síť MAN.

### **Síť WAN (Wide Area Network)**

Tento typ sítě se vyznačuje tím, že se rozkládá na rozsáhlém geografickém prostoru. Nejznámější příklad sítě WAN je Internet. Síť WAN ale může být i privátní, kdy například národní společnost disponuje pobočkami v různých zemích, ve kterých má svojí podnikovou síť. WAN se skládá z většího množství propojených LAN sítí, je však obtížné rozlišit hranici mezi LAN a WAN. (Shinder, 2003)

Znaky pro síť WAN jsou na rozdíl od LAN například nižší přenosové rychlosti, větší přenosové zpoždění, nesystematická topologie a uzly, které se vzájemně „nevidí“. S vývojem technologií se však rozdíly mezi LAN a WAN postupně smazávají – fyzická vzdálenost nehraje roli, zvyšují se rychlosti a snižuje se zpoždění u sítí WAN. (Ondrák, 2012)

Pro potřeby této práce bude využívána pouze síť LAN, neboť se práce orientuje na návrh malé počítačové sítě v jedné budově.

## **1.2 Dělení sítí podle topologie**

Podle Sosinského (2010) je topologie sítě rozložení či seřazení síťových prvků. Sosinsky (2010) dodává, že takovéto seřazení se týká jak síťových zařízení, tak jejich propojení.

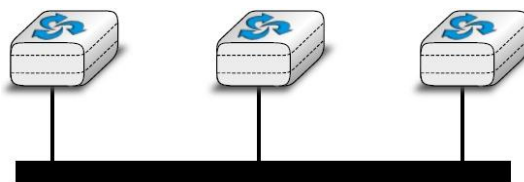
Topologie popisuje, jaké je skutečné fyzické zapojení jednotlivých počítačů a síťových zařízení, aniž by se zvažoval tok signálů v síti. Kabeláž, která propojuje jednotlivá síťová zařízení v síti, může mít různou topologii (sběrnice, hvězda, kruh,...). (Pužmanová, 2006)

Existují dva základní typy topologií, fyzická a logická. Všechny níže popsané topologie jsou typu fyzického, protože popisují fyzické propojení, fyzickou strukturu sítě a vztahy mezi zařízeními, která tvoří síť. Topologie logická není v této práci popsána, protože její popis je vzhledem k typu práce bezpředmětný.

### **Sběrnice**

Sběrníková topologie nedisponuje centrálním uzlem, všechny uzly jsou tedy připojeny ke sdílenému přenosovému prostředku, který umožňuje komunikaci každý s každým. Signál se šíří všemi směry a všechny stanice mají přístup ke všem zprávám na sběrnici. Ke sběrníkové topologii je možné snadno přidávat nebo z ní odebírat uzly, jako přenosový prostředek se používá koaxiální kabel. Výhodou sběrnice je používání pouze jednoho vedení, jednoduchý způsob propojení a snadné přidání či odebrání stanice. (Pužmanová, 2006)

Značnou nevýhodou je, že jakékoliv poškození kabelu, vadná koncovka nebo konektor ovlivňuje funkčnost sítě. Síť se rozdělí na dvě části, což brání systémům na straně druhé v komunikaci. (Bigelow, 2004)



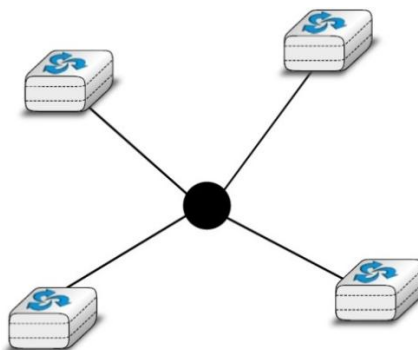
**Obrázek č. 1: Sběrníková topologie**

(Zdroj: Bonaventure, 2011)

## Hvězda

V této síti se veškerá jednotlivá bodová spojení odvětvují z jediného, centrálního uzlu. Všechna data v síti procházejí právě přes tento centrální uzel. Hvězdíková síť se nejsnadněji vytvoří pomocí patch panelu (pasivní prvek, slouží k ukončení kabelů v rozvaděčích). (Sosinsky, 2010)

Hvězdíkovou topologii používá většina sítí LAN a jsou v ní používány párové kabely. Každý počítač má vlastní vyhrazené připojení k rozbočovači, tudíž poškození jednoho z kabelů neovlivňuje zbývající část sítě, je ovlivněna pouze konkrétní stanice. Nevýhodou ale je, že selhání rozbočovače ovlivňuje chod celé sítě. (Bigelow, 2004)



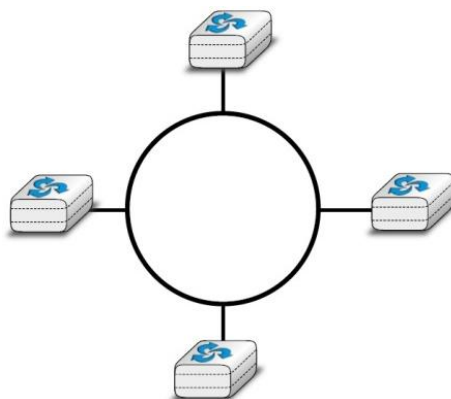
**Obrázek č. 2: Hvězdicová topologie**

(Zdroj: Bonaventure, 2011)

## Kruh

Kruhová topologie nemá centrální uzel. Každý prvek sítě se spojuje pouze s předchozím a následujícím v síti tak, že vytvoří kruh. S ostatními uzly probíhá komunikace nepřímo, přes jeden nebo více dalších uzlů. Data v kruhové topologii prochází přes mnoho uzlů,

než se dostanou ke svému cíli, proto je tato topologie méně efektivní než hvězdicová topologie. Pokud jeden uzel přestane fungovat, žádný problém nenastává a komunikace probíhá i nadále. Při přerušení kruhu na jednom místě jsou ostatní uzly v síti také stále dostupné a nejsou výpadkem ovlivněny, komunikace pouze probíhá opačným směrem. (Pužmanová, 2006)

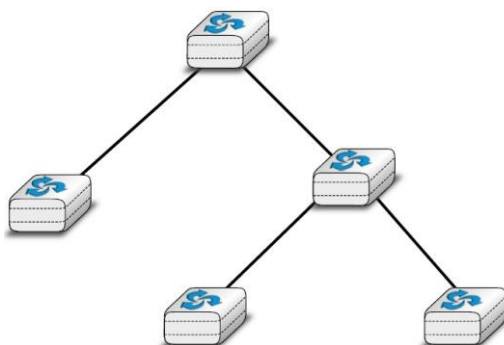


**Obrázek č. 3: Kruhová topologie**

(Zdroj: Bonaventure, 2011)

### **Hierarchická hvězda**

Tato topologie využívá hierarchické seskupení uzlů s vícečetnými větvemi tak, že propojuje více sítí s topologií hvězda. Zařízení nižší úrovně komunikují s uzly vyšší úrovně až ke kořenu hierarchické hvězdy. Výhody a nevýhody jsou obdobné jako u topologie hvězda. Topologie hierarchické hvězdy slouží především k rozšíření hvězdicové sítě z důvodu malé kapacity původního rozbočovače. (Pužmanová, 2006)



**Obrázek č. 4: Topologie hierarchické hvězdy**

(Zdroj: Bonaventure, 2011)



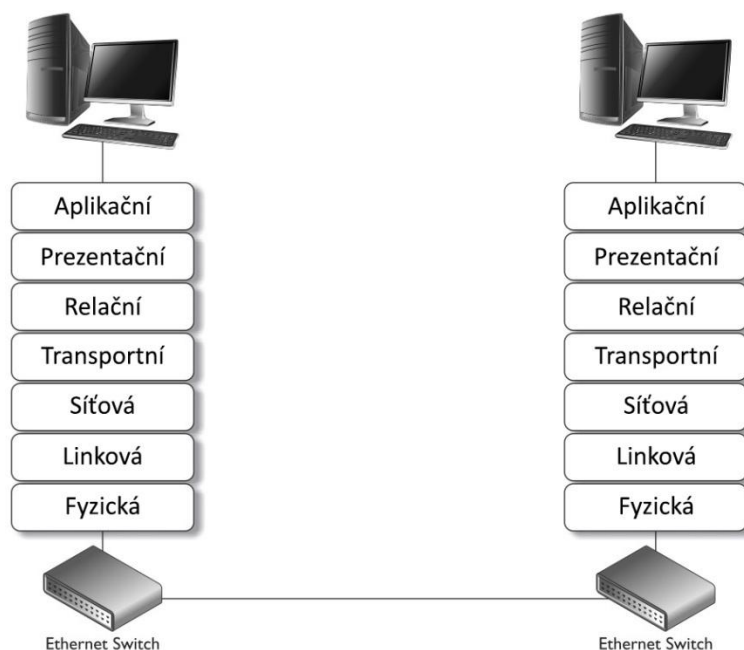
## **1.3 Referenční model ISO/OSI**

V letech minulých se různí výrobci výpočetní a komunikační techniky snažili vytvořit mnoho různých, mezi sebou neslučitelných, norem pro komunikaci. Různé normy ztěžovaly především vzájemné propojování sítí budovaných podle těchto norem, ale také modernizaci stávajících sítí. Mezinárodní standardizační organizace ISO tedy vytvořila referenční model pro propojování otevřených systémů, všeobecně známý jako model OSI (Open Systems Interconnection). Model OSI určuje způsob, jakým by měla probíhat komunikace mezi dvěma systémy, respektive počítači, ať už se jedná o aplikaci nebo elektrické signály přenášené kabely. Tento model má celkem sedm vrstev a v každé vrstvě jsou definovány funkce přenosového systému, pravidla pro jejich vykonávání a způsob, jakým funguje spolupráce sousedních vrstev. (Jeger a Pecinovský, 2000)

### **1.3.1 Vrstvy**

Model OSI se může rozdělovat do dvou částí. V první části jsou vrstvy, které souvisejí s aplikacemi a jsou implementovány v softwaru. Druhá část obsahuje vrstvy, které souvisejí s přenosem informací v síti a mohou být implementovány v hardwaru, softwaru či firmwaru. (Bigelow, 2004)

Na obrázku č. 8 jsou vypsány všechny vrstvy referenčního modelu OSI. Vrstvy jsou seřazeny podle toho, jak odchází data z jednoho počítače do druhého. Tedy od aplikační vrstvy až po fyzickou vrstvu u jednoho počítače a následně u druhého počítače při přijímání dat, od fyzické po aplikační vrstvu.



**Obrázek č. 5: Vrstvy referenčního modelu ISO/OSI**

(Zdroj: upraveno dle McGraw-Hill Professional, 2013)

Pro tuto práci bude významná pouze vrstva fyzická, linková a síťová.

### **Fyzická vrstva**

Fyzická vrstva umožňuje přenášení jednotlivých bitů (jedniček a nul binární soustavy) pomocí komunikačního kanálu (koaxiál, vzduch, optický kabel, párový kabel), přičemž nebere ohled na význam těchto bitů. Vrstva také zajišťuje synchronizaci fyzického vysílače a přijímače, předepisuje požadované vlastnosti přenosového prostředí a mechanické a elektrické charakteristiky rozhraní. (Kállay a Peniak, 2003)

### **Linková vrstva**

Pro sdílení fyzických prostředků definuje přístupovou strategii linková vrstva. V linkové vrstvě je jednotkou přenosu tzv. rámec. Linková vrstva organizuje data nebo informace, které obdrží z vrchních vrstev, pro přenos prostřednictvím určitého prostředí, které je nainstalováno. V linkové vrstvě zájímají zařízení dvě základní informace. První je MAC (Media Access Control), která definuje určité vlastnosti, jež jsou pro daný fyzický prvek jedinečné, a způsob, jakým by měl být prvek sdílen mezi jednotlivými

zařizování. Druhá je LLC (Logical Link Control), která určuje způsob, jakým má být použita linka, synchronizace rámců, řízení toku a kontrola chyb. Typická zařízení pracující na linkové vrstvě jsou mosty a switche. (Bigelow, 2004)

### **Síťová vrstva**

Síťová vrstva je odpovědná za definování procesů a úkolů, které jsou požadovány pro směrování paketů v sítích. Tato vrstva se zajímá o logické adresy zdrojových a cílových zařízení a všech ostatních zařízení, tedy směrovačů, které souvisejí s přenosem paketů v sítích. Síťová vrstva se také stará o stanovení trasy k libovolnému uzlu kdekoli na světě. Typická zařízení pro tuto vrstvu jsou routery a route switche. (Bigelow, 2004)

## **1.4 Dělení sítí podle přenosového prostředí**

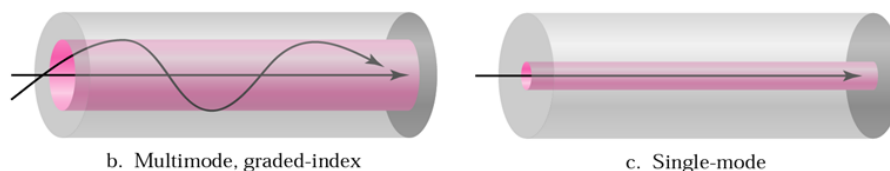
Přenosovým prostředím jsou přenášeny signály z jednoho síťového zařízení do nějakého jiného. Přenosové prostředí tedy umožňuje spojení mezi vybranými body. Nejčastějším prostředím jsou metalické a optické kabely, ale také, v dnešní době čím dál více rozšířenější, bezdrátová prostředí. (Shinder, 2003)

### **1.4.1 Optické kabely**

Optické kabely patří mezi novější a rychlejší přenosová prostředí. Optické kabely se skládají z vláken, primární ochrany a sekundární ochrany. Optická vlákna se skládají z jádra, kterým prochází světelný paprsek, a z odrazné vrstvy. Při velkém ohnutí hrozí dosáhnutí tzv. kritického úhlu, kdy se světlo neodrazí, ale projde do odrazné vrstvy. Stávají se čím dál populárnějšími s příchodem aplikací náročnějších na šířku přenosového pásma. (Shinder, 2003), (Ondrák, 2012)

Optické kabely umožňují přenos velmi širokých kmitočtových pásem. Přenosové vlastnosti optických kabelů jsou určeny konstrukcí. Na jádře optického vlákna je vrstva látky s indexem lomu světla menším, než má jádro, což zaručuje, že světelná energie je koncentrována do jádra. Existují dva typy přenosů, první je mnohavidový přenos, který se dělí na Step Index vlákno (již se nepoužívá) a Gradientní vlákno. Průměr vlákna u

mnohovidového vlákna je větší než vlnová délka zařízení použitého k přenosu, dochází tedy ke kmitání a odražení signálu od pláště. Signál je u tohoto typu přenosu rozdělen na více částí (vidů). Množství vidů má vliv na přenosové charakteristiky, proto se pro kvalitní a dlouhé trasy používá druhý typ přenosu, tedy jednovidové přenosy, ve kterých má vlákno malý průměr a signál téměř nekmitá. (Jirovský, 2001)



**Obrázek č. 6: Mnohovidové (Step index) a jednovidové vlákno**

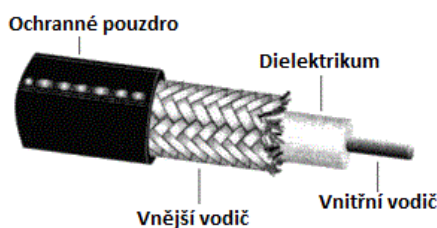
(Zdroj: upraveno dle Zulfaqar, 2013)

## 1.4.2 Metalické kabely

### 1.4.2.1 Koaxiální kabely

Koaxiální kabely slouží pro vysokofrekvenční signály. Tvoří je dva sousedé vodiče, kterými jsou přenášeny signály. Jedná se o měděné jádro (vnitřní vodič) a vnější vodič, které jsou odděleny dielektrikem. Ve většině případů je druhý vodič stočený měděný pásek nebo měděné pletivo. Všechny komponenty kabelu jsou obaleny ochranným plastovým nebo gumovým materiálem. (Jirovský, 2001)

Tyto kabely se dříve hojně využívaly v počítačových sítích, dnes jsou ovšem nahrazeny kroucenými páry.



**Obrázek č. 7: Koaxiální kabel**

(Zdroj: Site.the, 2014)

### 1.4.2.2 Párové kabely

Párový kabel je nejčastěji voleným prostředím pro univerzální kabeláž. Nejčastěji je tvořen z osmi izolovaných stočených vodičů tvořících čtyři páry, které jsou uloženy do vnější plastové izolace. Vodiče jednoho páru jsou krouceny okolo sebe s různým stoupáním, čímž se vyzařování energie z páru do páru zrovnoměrní. Krouceny jsou také samotné páry vůči sobě z důvodu zrovnoměrnění vyzařování do ostatních párových kabelů vedených ve stejném svazku. Tento kabel se využívá v naprosté většině Ethernetových<sup>1</sup> sítí, proto většina lidí zná párový kabel pod názvem Ethernetový kabel. Pro standardizované značení párů se používá modrá/modrobílá, zelená/zelenobílá, hnědá/hnědobílá, oranžová/oranžovobílá barva. (Shinder, 2003), (Ondrák, 2012)

**Tabulka č. 1: Nejpoužívanější standardy Ethernetu**

Název	Standard	Rychlost přenosu	Typ kabelu	Maximální délka
Ethernet <sup>2</sup>	10BASE-T	10Mbps	Cat. 5 UTP	100 m
Fast Ethernet (FE)	100BASE-TX	100Mbps	Cat. 5 UTP	100 m
Gigabit Ethernet (GE)	1000BASE-T	1000Mbps	Cat. 5, 6 UTP	100 m
10 Gigabit Ethernet (10GE)	10GBASE-T	10Gbps	Cat. 6A, 7 UTP	100 m

(Zdroj: upraveno dle Johnson, 2014)

### Konstrukce párového kabelu

Do konstrukce kroucených párů se řadí provedení drát a provedení lanko. Vodič drát se využívá pro instalaci pevných rozvodů, tedy v lince v horizontální sekci kabeláže. Vodič lanko je flexibilní a používá se pro propojovací kabely (patch cordy) v datovém rozvaděči (propojení patch panelu s aktivním zařízením) a v pracovní oblasti (WA) kabeláže. Pro zakončení vodiče typu drát se nejčastěji používá jack RJ45 a pro lanko konektor (plug) RJ45. Výrobci udávají průměr a průřez vodičů pod normovanou zkratkou AWG. (Ondrák, 2012), (Variant plus, 2014)

<sup>1</sup> Ethernet specifikuje standard IEEE 802.3 od organizace IEEE a je nejpopulárnější současná architektura sítí LAN. Ethernet se rozděluje do různých subkategorií podle toho, jaké přenosové prostředí je využíváno. Nejčastěji je to právě párový kabel. V Tabulce č. 1 jsou uvedeny názvy subkategorií pro jednotlivé kategorie kroucených párů. (Shinder, 2003)

<sup>2</sup> Tento standard již téměř vymizel a byl nahrazen novějšími.

## Vliv konstrukce párového kabelu na přenosové parametry

*„Základním parametrem, který ovlivňuje kvalitu přenosu a sekundárně ovlivňuje všechny ostatní přenosové parametry, je impedance vedení – respektive podélná stabilita impedance vedení. Rozhodujícím faktorem pro podélnou stabilitu impedance je symetrie vodičů – konstantní vzdálenost os vodičů.“ (Kassex)*

Na podélnou stabilitu impedance u nestíněného páru (UTP) má negativní vliv především nedokonalá symetrie v páru a destrukce symetrie při ostrém ohybu páru nebo v místě, kde je připojen konektor.

Pro výpočet impedance nestíněného páru se používá tento vzorec (Kassex):

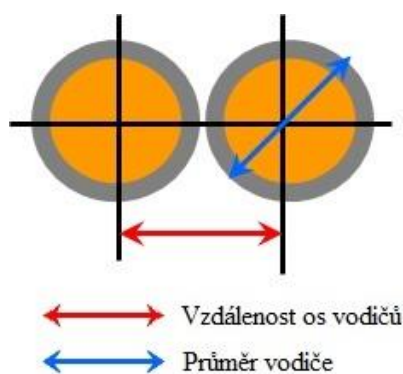
$$Z_o = \frac{276}{\sqrt{e}} \times \log(2D/d)$$

$Z_o$  – jmenovitá hodnota impedance

$d$  – průměr vodiče

$D$  – vzdálenost os vodičů v páru

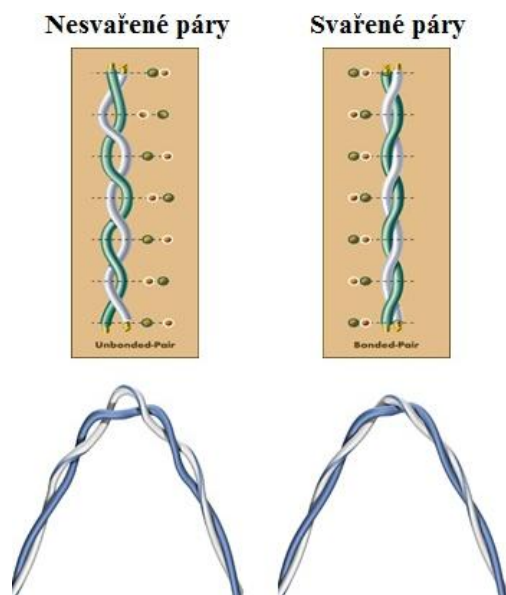
$e$  – dielektrická konstanta (pro vzduch = 1)



**Obrázek č. 8: Párový kabel**

(Zdroj: upraveno dle Ondrák, 2012)

Pro zlepšení přenosových parametrů a jejich stability u párových kabelů byla vynalezena technologie svařeného krouceného páru. Svařený kroucený pár vykazuje lepší symetrii oproti nesvařenému párovému kabelu. Svařený párový kabel má i nadále stejný prostorový ohyb, zkrut či mechanické namáhání. (Kassex)



**Obrázek č. 9: Rozdíl mezi svařenými a nesvařenými kroucenými páry**

(Zdroj: Ondrák, 2012)

Vliv na přenosové vlastnosti má také vzájemná poloha párů kabelu. U některých konstrukcí kabelů vyšších kategorií je pro zlepšení parametrů vložen mezi páry separační kříž. Tímto křížem jsou minimalizovány přeslechy v kabelu na vysokých kmitočtech. Kříž je podélně stáčen, aby bylo dodrženo potřebné zkroucení všech párů v kabelu. Běžně používaná konstrukce separačního kříže se nazývá x-spline, pro nejvyšší kmitočty se však používá prodloužená varianta kříže e-spline (vzdaluje od sebe páry ještě více). (Kassex)

### **Materiál pláště**

- PVC – párové kabely při požáru vytvářejí hustý dým, uvolňují se jedovaté plyny
- LSZH – při hoření nevzniká jedovatý halogen, kabely se instalují například do škol (Variant plus, 2014)

### **Dělení párových kabelů dle stínění**

Párový kabel se dle stínění rozděluje na dva základní typy, na nestíněné kroucené páry (UTP – Unshielded Twisted Pair) a stíněné kroucené páry (STP – Shielded Twisted Pair). Existují však i další typy stíněných párových kabelů, mezi které lze zařadit FTP a ISTP kabely (Shinder, 2003)

UTP kabel je nestíněný a je vhodné ho použít tam, kde nedochází k žádnému vnějšímu rušení. K jeho zakončení se používají normované konektory a jacky. UTP kabely slouží k propojení jednotlivých portů datových zásuvek a portů propojovacího panelu (patch panelu) a jsou nejrozšířenějším přenosovým prostředím v sítích LAN. Nevýhodou nestíněných kroucených párů je vyšší náchylnost na vnější rušení. (Horák, 2003), (Ondrák, 2012)

STP a FTP kabely se liší od UTP kabelů kovovým opletením (stíněním), respektive folií, která zvyšuje ochranu proti vnějšímu rušení. U STP kabelů se používá pro stínění celého kabelu opletení a pro stínění jednotlivých párů fólie. STP a FTP kabely mají celkově stíněné párové kabely. Stíněné kroucené páry jsou dražší než ty nestíněné a používají se jen tam, kde dochází k vnějšímu rušení. U stíněných kroucených párů se používají speciální stíněné RJ45 konektory. (Horák a Keršláger, 2006)

Pro potřeby této práce budou důležité především UTP kabely, které budou figurovat v návrhu počítačové firemní sítě.



**Obrázek č. 10: Porovnání UTP a STP kabelů**

(Zdroj: Casazza, 1999-2012)

### **Kategorie párových kabelů**

V praxi se vyskytují párové kabely a zařízení různých normovaných kategorií (klasifikace materiálů pro linku a kanál, Cat. 3, 4, 5, 6, 7). Linka je přenosová cesta mezi dvěma libovolnými rozhraními univerzální kabeláže, která nezahrnuje připojovací kabely zařízení a pracoviště. Délka linky v horizontální sekci může být maximálně 90 metrů. Kanál je přenosová cesta, která spojuje dvě libovolná zařízení (dva body) a zahrnuje linku a připojovací kabely zařízení a pracoviště. Délka kanálu v horizontální



sekcí může být dohromady s linkou maximálně 100 metrů. Pro kanál i linku existuje klasifikace pomocí tříd A, B, C, D, E, F, kritériem pro jejich klasifikaci je MHz. Třída ovlivňuje materiál, techniku instalace a technologii spojení prvků. (Kassex), (Ondrák, 2012)

V dnešní době jsou nejčastěji používané párové kabely Cat. 5. Dříve se také velmi často vyskytovala Cat. 5E, která už ale zanikla. Původně totiž měla kategorie 5 přenosové parametry nedostačující pro GE, proto vznikla kategorie 5E. Zanedlouho se však pro kategorii 5 nastavily parametry stejné, jako měla Cat. 5E a tím pádem kategorie 5E zanikla. Pokud výrobci označují kabelážní prvky jako Cat. 5E, je to spíše marketingový trik. Kroucené páry Cat. 5 se používají pro přenosovou rychlost maximálně 1 Gb/s (GE). Nově se vyskytují kabelové standardy Cat. 6, 6A a 7, které jsou určeny pro nejrychlejší 1 Gb/s (GE) a 10 Gb/s (10GE) přenosy. Cat. 6 v minulosti potřebovalo pouze ATM1200, není tedy potřebná pro Gigabit Ethernet, plně dostačuje kategorie 5 z kvalitních materiálů. Jednotlivé kategorie se liší především konstrukcí, která umožňuje zvyšovat šířku přenosového pásma a tím i rychlost přenosu. Pro skutečné dosažení normovaných rychlostí se musí kabely zapojit k pasivním a aktivním prvkům odpovídajících kategorií. (Horák a Keršláger, 2006), (Kassex), (Ondrák, 2012)

**Tabulka č. 2: Třídy použití sítě a kategorie komponent kabeláže**

<b>TŘÍDA</b>	<b>KATEGORIE</b>	<b>FREKVENČNÍ ROZSAH</b>	<b>OBVYKLÉ POUŽITÍ</b>
A	1	do 100 kHz	analogový telefon
B	2	do 1 MHz	ISDN
C	3	do 16 MHz	Ethernet - 10Mbit/s
-	4	do 20 MHz	Token-Ring
D	5	do 100 MHz	FE, ATM155, GE
E	6	do 250 MHz	ATM 1200
-	6A	do 500 MHz	10 GE
F	7	do 600 MHz	10 GE

(Zdroj: upraveno dle Kassex)

### **1.4.3 Bezdrátové sítě**

Dalším přenosovým prostředím jsou bezdrátové sítě. Signál se u těchto typů sítí přenáší elektromagnetickým vlněním. Elektromagnetické vlny se liší frekvencí a jsou široce užívaným médiem. Pro jednotlivé přenosové linky se používají frekvence 2,4 GHz a 5

GHz. V pásmu 2,4 GHz se mohou sítě provozovat bez obav, ale vzhledem k tomu, že tuto frekvenci využívají i jiné technologie, může dojít k rušení signálu. Výhodou bezdrátových řešení je to, že například k připojení počítače k internetu není potřeba propojovací kabel. Mezi nevýhody můžou patřit dražší bezdrátové prvky, nemožnost dosahovat vyšších přenosových rychlostí a bezpečnost dat. V dnešní době je nejvíc využívána technologie Wi-Fi. Pro tuto bezdrátovou síť existuje několik standardů typu IEEE 802.11. Nejvyužívanější jsou standardy IEEE 802.11a/b/g, které mají maximální rychlost přenosu od 11 Mb/s do 54 Mb/s a využívají frekvenci 2,4 GHz, nebo některý standard i 5 GHz. Novější standard je IEEE 802.11n, který funguje na obou frekvencích a rychlost přenosu je až 600 Mb/s. Takovýto údaj je však jenom marketingový tah výrobců. Standardy se stále vyvíjejí a rychlost přenosu se zvyšuje. (Horák a Keršláger, 2006)

## **1.5 Aktivní prvky počítačové sítě**

Pro propojení sítí se využívají různé aktivní prvky, které se liší podle vrstvy modelu OSI, na němž se komunikace mezi dvěma síťovými segmenty provádí. (Pužmanová, 2006)

Aktivní prvky jsou důležité pro zajištění funkčnosti sítě. Referenční model ISO/OSI popisuje to, co je třeba udělat pro úspěšnou komunikaci v síti. První tři vrstvy modelu, které zajišťují komunikaci, mají poměrně složité úkoly. Data sice přenáší kabel (pasivní prvek), ale výběr trasy, kontrola bezchybnosti paketů, rozhodnutí do které sítě má paket projít a kam ne, nebo spousta dalších úkonů musí provádět další prvky vložené do kabeláže. Tyto prvky aktivně ovlivňují dění v síti, proto se jim také říká aktivní prvky. (Horák a Keršláger, 2006)

Následuje přiblížení aktivních prvků, které se vyskytují v počítačové síti.

### **Rozbočovač (hub)**

Rozbočovače, které pracují na fyzické vrstvě, patří k aktivním prvkům kabeláže a figurují ve vytváření sítí s topologií hvězda, kde propojují počítače a slouží především

k rozdělení signálu. Přední strana rozbočovače je osazena několika porty, které jsou uvnitř vzájemně elektricky propojeny. Při příchozím signálu na jeden port, se následně signál rozesílá na všechny ostatní porty. (Jeger a Pecinovský, 2000)

Dnes se již rozbočovače příliš nevyskytují, byly nahrazeny efektivnějšími zařízeními, tzv. přepínači.

### **Opakovač (repeater)**

Toto zařízení pracuje na fyzické vrstvě referenčního modelu OSI a slouží k propojení dvou segmentů sítě LAN. Opakovače přijímají signály z jednoho segmentu a následně tyto signály zesilují a také obnovují časování, načež signály následně přenáší do dalšího segmentu sítě. Toto zpracování signálu umožňuje snížení jeho zkreslení způsobené dlouhými kabelem nebo nadměrným množstvím připojených zařízení. Práce na fyzické vrstvě však neumožňuje složitější zpracování přenášených dat, přináší do časování signálů na segmentu sítě zpoždění a jsou zesilovány poruchy a šumy. (Jirovský, 2001)

### **Most (bridge)**

Most má podobné charakteristiky jako přepínač, je tedy též schopen oddělit určité části sítě od sebe. Most pracuje na linkové vrstvě a zařazuje se do starších zařízení, jehož hlavním úkolem je oddělit síťové segmenty. Most plní funkci filtraci paketů (odeslání paketu do části sítě, v níž je obsažen cíl paketu) a také funkci propojování dvou sítí různých standardů. Most je stavebním prvkem switchu. (Horák a Keršlágner, 2006)

### **Přepínač (switch)**

Switch lze nazvat jako inteligentní přepínač, pracující na linkové vrstvě. Přepínač při průchodu paketu přečte cílovou adresu a odešle paket tomu počítači, kterému je paket určen. Rozbočovač by oproti přepínači odeslal pakety na všechny stanice. Adresy připojených počítačů získává switch automaticky. Přepínač je významný především u větších sítí, protože snižuje pravděpodobnost zahlcení sítě a zvyšuje její propustnost. Stejně jako rozbočovač je i přepínač osazen porty. (Horák, 2003)

## Směrovač (router)

Jde o nejinteligentnější aktivní prvek v počítačové síti. Pracuje na úrovni síťové vrstvy a shromažďuje informace o připojených sítích. Následně vybírá nejvhodnější cestu pro posílaný paket. Router má v sobě integrovanou filtraci paketů, kterou doplňuje o inteligentní směrování. Dnes už se žádná větší síť LAN neobejde bez route switchu pracujícího na třetí vrstvě referenčního modelu OSI. (Horák a Keršláger, 2006)

## 1.6 Univerzální kabeláž

Univerzální kabeláž zabezpečuje přenos dat a komunikaci mezi počítači, servery a ostatními zařízeními. Univerzální kabeláž je potřebná pro většinu společností, kde se pro práci používají více jak dvě síťová zařízení. Moderní kabeláže musí být nadčasové a flexibilní, aby byla zajištěna potřeba všech uživatelů. Pro výstavbu sítě je možno použít různé typy kabelů, jejichž propojením se vytvoří topologie sítě. Provoz v síti se určuje pravidly, které stanovují síťové standardy. Ideální řešení pro hardwarové uspořádání sítě je univerzální kabeláž. (Gating Services, 2011), (Horák a Keršláger, 2006)

*„Univerzální kabeláž je tedy něco jako dobře navržená, úplná silniční síť v kraji – tu také netvoří nějaké chaoticky navržené jednotlivé cesty. Postavit takovou síť si žádá určitý čas, přípravu, plány a vyšší počáteční náklady; výsledkem je ale podstatně lepší a přehlednější silniční (respektive počítačová) síť, v níž se navíc poměrně snadno provádějí jakékoli další změny.“* (Odom, 2005, s. 83)

### 1.6.1 Základní normy pro univerzální kabeláž

Aby univerzální kabeláž odpovídala všem pravidlům a požadavkům, je nutno dodržovat tyto základní normy (Kassex):

- **ČSN EN 50173-1** – norma pro univerzální kabeláže, která definuje strukturu a nejmenší rozsah univerzální kabeláže, požadavky realizace a výkonnostní požadavky na jednotlivé úseky kabeláže a jejich prvky

- **ČSN EN 50174-1** – instalace kabelových rozvodů – specifikace a zabezpečení kvality
- **ČSN EN 50174-2** – instalace kabelových rozvodů – plánování a postupy instalace v budovách
- **ČSN EN 5014-3** – instalace kabelových rozvodů – projektová příprava a výstavba vně budov

### **1.6.2 Sekce kabeláže**

Ve všech sekcích se mohou využívat optické i metalické kabely. Pro potřeby této práce je však důležitý popis sekcí z hlediska metalických, respektive párových kabelů.

#### **Horizontální sekce**

Horizontální rozvody kabeláže propojují datový rozvaděč s datovými zásuvkami (TO) v pracovních oblastech. Jedna strana linky je zakončena obvykle v jacku RJ45 v TO, druhá strana v jacku RJ45 v patch panelu v datovém rozvaděči. Horizontální sekce má hvězdicovou topologii se středem v datovém rozvaděči a je tvořena linkou, jejíž délka, jak už bylo zmíněno, nesmí přesáhnout 90 metrů. Pro metalické vedení se používá vodič typu drát. Linka včetně pracovních vedení na obou koncích tvoří horizontální kanál, jehož délka je maximálně 100 metrů. Od rozvaděče až k datové zásuvce je vedeno tolik kabelů, kolik obsahuje datová zásuvka pozic TO (portů). Při návrhu kabelové trasy je třeba dbát na její dostatečnou kapacitu a kapacitní rezervu. (Kassex), (Ondrák, 2012)

#### **Pracovní sekce**

Propojuje pomocí propojovacího kabelu (patch cordu) porty patch panelu s aktivními prvky sítě v rozvaděči, nebo porty datových zásuvek s koncovými uzly sítě (počítač, telefon,...). Propojovací kabel je zakončen na obou koncích konektorem RJ45, který je určen pro metalickou kabeláž v pracovní sekci. Součet obou pracovních sekcí nesmí přesáhnout 10 metrů, z toho v datovém rozvaděči maximálně 6 metrů. V pracovní sekci se používá pro metalické vedení vodič typu lanko. (Ondrák, 2012)

## **Páteřní sekce**

Páteřní sekce slouží k propojování hlavního rozvaděče budovy s ostatními telekomunikačními místnostmi horizontální kabeláže (TC) a s místnostmi pro umístění aktivního zařízení sítě (ER). V páteřní sekci se používají pro datové komunikace výhradně optické kabely, metalické vedení typu drát slouží pouze pro hlasové služby (telefon). (Ondrák, 2012)

### **1.6.3 Prvky univerzální kabeláže**

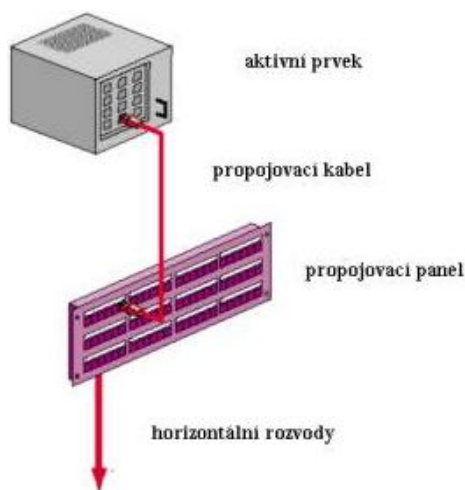
Prvky univerzální kabeláže tvoří celkem pět skupin prvků. První prvek je kabeláž, která je však již popsána v kapitole 1.4 Dělení sítí podle přenosového prostředí. Mezi zbylé prvky tvořící univerzální kabeláž patří spojovací prvky, prvky organizace, prvky vedení a prvky značení. (Ondrák, 2012)

#### **1.6.3.1 Spojovací prvky**

Spojovací prvky slouží k ukončení linky. (Ondrák, 2012)

#### **Propojovací panel (patch panel)**

Je to pasivní prvek sítě v datovém rozvaděči a slouží jako propojovací panel, tedy k ukončení jednotlivých kabelů svedených od portů datových zásuvek. Následně je propojen každý port patch panelu s aktivním zařízením v rozvaděči. Propojovací panely mohou být integrované (s plošným spojem a s pevným osazením portů) a modulární (jen držáky s vyměnitelnými komunikačními moduly). (Sosinsky, 2010), (Ondrák, 2012)



**Obrázek č. 11: Princip propojovacího panelu**

(Zdroj: Odvárka, 2001a)

### **Datové zásuvky**

Kabely, které jsou vedeny z patch panelu umístěného v rozvaděči, jsou ukončeny v portech datové zásuvky ve WA. Do portů této zásuvky jsou pomocí propojovacího kabelu připojena zařízení v pracovní oblasti. Při tvorbě návrhu univerzální kabeláže je důležité určit, ve kterých místech budou TO instalovány, a zároveň je žádoucí stanovit dostatečný počet zásuvek, aby v budoucnu nebylo nutné provádět úpravy a zvyšovat počet těchto zásuvek. Vzhledem k tomu, že datová zásuvka je jediný viditelný prvek univerzální kabeláže pro běžného uživatele, je nutné při výběru vhodného typu zásuvky počítat s požadavkem na jednotný design prvků elektroinstalace, které jsou instalovány v budově. V dnešní době je možné vybírat z velkého množství designů a materiálů. Doporučené minimální množství portů datových zásuvek pro každé pracovní místo je obecně určeno na dvě až tři (počítač + telefon + ostatní periférie). (Jeger a Pecinovský, 2000), (Variant plus, 2014)

V praxi se vyskytují dva základní typy datových zásuvek. První jsou integrované zásuvky, které mají plošný spoj s pevným osazením portů. Druhé jsou modulární zásuvky, které mají jen držáky s vyměnitelnými komunikačními moduly. Výhodou modulárních systému je jednotný základ, protože se liší pouze počtem a rozmístěním třmenů. (Ondrák, 2012)

Dále lze zásuvky rozdělit na povrchové a zápustné. Povrchové datové zásuvky jsou určeny pro povrchovou montáž na zeď, kdežto zápustné zásuvky jsou určeny pro montáž „pod omítku“. (Variant plus, 2014)



**Obrázek č. 12: Datová zásuvka zápustná a povrchová**

(Zdroj: upraveno dle K.V.H, 2014)

### **Komunikační modul**

Komunikační moduly (nejčastěji jack RJ45) slouží k ukončení a zapojení párových kabelů. Tento modul je potřeba nějakým způsobem uchytit v držáku datové zásuvky či patch panelu. Jako příklady lze uvést dva nejčastěji používané způsoby uchycení komunikačních modulů, konstrukce modulu keystone nebo konstrukce modulu Mini-Com® (firma PANDUIT). Zařiznutí vodičů u konstrukce modulu keystone se provádí buď pomocí zářezových nožů, nebo prostřednictvím samozařezávacího víčka, kde se do víčka nasunou veškeré vodiče podle barevného značení a poté se nasadí víčko a zařízne se do konstrukce modulu keystone. (Variant plus, 2014), (Kassex), (Panduit, 2014c)



**Obrázek č. 13: Jack RJ45 s konstrukcí keystone se samozařezávacím víčkem**

(Zdroj: Variant plus, 2014)



### 1.6.3.2 Prvky organizace

Organizují jednotlivé sekce kabeláže.

#### **Datové rozvaděče**

Datové rozvaděče (DR) jsou určeny pro umístění propojovacích panelů, aktivních prvků sítě a ostatních zařízení sítě. Další vybavení rozvaděče může být PDU<sup>3</sup>, organizéry kabeláže (slouží k organizaci kabelů v rozvaděči), UPS<sup>4</sup>, větrání, klimatizace, poličky,... Základem pro rozvaděče jsou dva vertikální nosníky, které mají svislé řady otvorů pro montáž zařízení. Šířka rozvaděče se značí v rozměrech 10“, 19“, 21“, 23“, vnitřní šířka pro umístění vybavení je cca o palec menší. Nejvíce používané typy datových rozvaděčů jsou 19“. Na výšku je rozvaděč členěn na jednotky (Unity – U), podle kterých se počítá množství vybavení, které je možné osadit do rozvaděče. Jedna jednotka = 1U (44,5 mm). Pro datové rozvaděče se používají ustálené výšky 4U, 6U, 9U, 12U, 15U, 18U, 22U, 27U, 32U, 37U, 42U, 45U. (Ondrák, 2012), (Horák a Keršláger, 2006), (Variant plus, 2014)

Jeger a Pecinovský (2000) doporučují vymezit malou TC, kde bude datový rozvaděč umístěn. Do této místnosti je vhodné umístit i server, pokud ve firmě není ER. TC by měla mít zajištěné větrání pro odvod tepla a nejlépe i klimatizaci, dále by měla být umístěna tam, kde budou vzdálenosti k místnostem s datovými zásuvkami co nejmenší. (Jeger a Pecinovský, 2000)

#### **Typy datových rozvaděčů**

Rozlišují se dva základní typy datových rozvaděčů (otevřené rámy, uzavřené skříně), které se mohou dále dělit na několik dalších druhů.

#### **Otevřené komunikační rámy**

*„Otevřené rámy jsou určeny pro přehledné a jednoduché uložení aktivních a pasivních prvků v uzavřených místnostech, serverovnách a datových centrech.“* (Conteg, 2014)

---

<sup>3</sup> Napájecí panel pro spolehlivé napájení aktivních prvků v rozvaděči. (Horák a Keršláger, 2006)

<sup>4</sup> Zařízení zajišťující souvislou dodávku energie při přerušení elektrického proudu, neboli podle platných českých norem se správně nazývá zdroj nepřerušovaného napájení. (Horák a Keršláger, 2006)

Pokud je ve firmě vyhrazena samostatná místnost pro umístění uzlů, je výhodnější použít jako rozvaděč otevřený rám, z důvodu lepší přístupnosti prvků výbavy a také z důvodu přirozeného proudění vzduchu při chlazení aktivních prvků. (Kassex)

Otevřené komunikační rámy se dělí na stojanové a nástěnné. Stojanové rámy mají výšku obvykle od 15U do 45U, nástěnné rámy obvykle od 1U do 12U. (Ondrák, 2012)

### **Uzavřené skříně**

Uzavřené skříně se oproti otevřeným ráům liší tím, že mají kromě rámu také stěny ze všech stran rozvaděče. Skříňové rozvaděče se používají v místech, kde není možné použít z různých důvodů otevřenou rámu. Skříňové provedení rozvaděčů se vyrábí většinou ve výškách od 15U do 45U se základnou 600 x 600 mm, 600 x 800 mm, 800 x 800 mm nebo pro možnost umístění serverů se vyrábí rozvaděče s hloubkou až 900 mm či 1000 mm. Z hlediska pohodlné obsluhy vybavení je doporučeno pořizovat rozvaděče větší zástavné výšky i přesto, že není využita jejich plná výška. (Kassex)

Skříňové rozvaděče se dělí na stojanové a nástěnné. Stojanové rozvaděče mohou být větrané, uzavřené nebo klimatizované. Nástěnné rozvaděče mají obvyklou výšku od 4U do 18U a mohou být nedělené nebo dělené. (Ondrák, 2012)



**Obrázek č. 14: Otevřený rám a skříňový rozvaděč**

(Zdroj: upraveno dle Conteg, 2014 a Triton, 2014)

## Organizéry kabeláže

Organizéry kabeláže mají v datových rozvaděčích důležitou roli. Jejich účelem je uspořádat kabely v rozvaděčích a zabránit vzniku vrstvy propletených propojovacích kabelů. Organizéry tedy umožňují snadnější přístup k vybavení rozvaděče. Rozlišují se organizéry uzavřené (hřebenové) a otevřené (D-ring). Oba typy organizérů lze použít pro horizontální i vertikální organizéry. (Ondrák, 2012), (Kassex)

Pro organizaci kabeláže je nutné ještě přidat doplňkové materiály, mezi něž patří svazkovací pásky, bandáže kabelových svazků, kabelové příchytky apod. (Kassex)

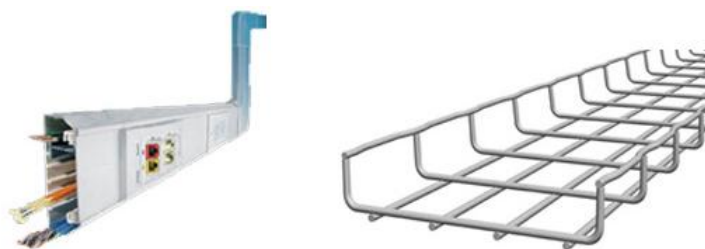


**Obrázek č. 15: Otevřený horizontální organizér a svazkovací pásky**

(Zdroj: upraveno dle Ondrák, 2012 a Thorne And Derrick, 2014)

### 1.6.3.3 Prvky vedení

Kabeláž je vystavená nejrozličnějším vnějším vlivům, především je to kroucení, ohýbání, zašlapávání, natahování či zploštění, což má za následek vykazování chyb. Prvky vedení kabeláže se tomuto snaží zabránit a jejich účelem je tedy vedení a ochrana kabeláže a kabelových svazků. Způsob vedení kabeláže je závislý na tom, kdy se k budování kabeláže přistupuje. Pokud je prováděna instalace kabeláže v rámci výstavby či rekonstrukce budovy, je to jednodušší, než když jsou kabelové rozvody instalovány již v hotové budově. Pro správné vedení kabeláže jsou vytvořeny normy a různá ustanovení. Při návrhu způsobu vedení kabeláže je též důležité myslet na estetické aspekty řešení. Nejčastějšími prvky vedení kabeláže jsou lišty, parapetní žlaby, drátěné rošty do podhledů, kabelové žlaby, závěsné chránící trubky, svazkovací spirály, ohebné PVC trubky a jako doplňkové materiály slouží pásky na svazkování kabelů. (Odvárka, 2001b), (Ondrák, 2012), (Sosinsky, 2010)



**Obrázek č. 16: Parapetní žlab a drátěný rošt**

(Zdroj: upraveno dle Ondrák, 2012)

#### 1.6.3.4 Prvky značení

*„Žádný kabelážní systém nemůže být dobře spravován, pokud není detailně provedena řádná identifikace jeho jednotlivých komunikačních linek.“ (Kassex)*

Dle požadavků norem (EIA/TIA 606) je důležité a především potřebné mít veškerou kabeláž řádně zdokumentovanou a popsanou. Je doporučeno udržovat přehled o kabeláži v tabulkách v Excelu a zvolit nějaký systém pro barvy kabelů, aby se dalo na první pohled určit, který kabel kam vede. (Kassex), (Sosinsky, 2010)

Co všechno musí být označeno (Kassex):

- všechny kabely – minimálně na obou koncích
- všechny kabelové svazky v místě vzniku, větvení a křížení
- všechny datové rozvaděče, případně bloky rozvaděčů
- všechny samostatné telekomunikační rozvaděče
- místnosti určené pro rozvaděče
- propojovací panely v rozvaděči
- jednotlivé porty propojovacích panelů
- datové zásuvky
- jednotlivé porty datových zásuvek (porty u zásuvek se značí zleva do prava)
- speciální propojovací a připojovací kabely (např. křížené kabely)

Dále se doporučuje zahrnout do systému identifikace (Kassex):

- aktivní prvky v rozvaděcích i mimo ně

- porty aktivních prvků
- servery
- další speciální zařízení

Veškeré popisky by měly být provedeny pomocí kombinace čísel a písmen, popisující například číslo patra, číslo místnosti, pořadí zásuvky v místnosti a jednotlivé porty zásuvky. Ke značení prvků kabeláže se používají lepicí štítky, bužírky, visačky, lepicí štítky ve formě vlaječek atd. (Odvárka, 2001b), (Ondrák, 2012)



**Obrázek č. 17: Lepicí štítek**

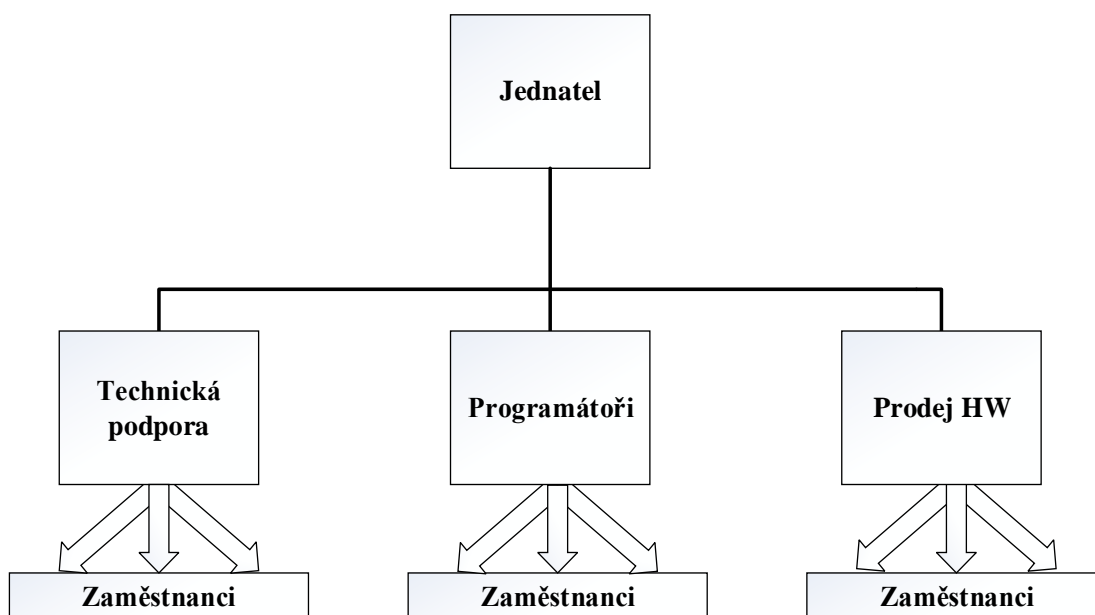
(Zdroj: upraveno dle Panduit, 2014a)

## 2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Na přání firmy, která se rozhodla pro realizaci nové počítačové sítě, není v této práci uveden její název. V této části práce bude firma krátce představena, bude provedena analýza budovy společnosti, zhodnocení stávající počítačové sítě a představeny požadavky společnosti na realizaci nové firemní počítačové sítě.

### 2.1 Základní údaje o firmě

Společnost se na trhu pohybuje již od roku 1992 a patří typově k malým podnikům. V současné době zaměstnává přibližně dvě desítky programátorů a pracovníků technické podpory. Právní forma firmy je společnost s ručením omezením a má tři společníky. Organizační struktura firmy je na obrázku níže.



Firma se zabývá vývojem vlastního informačního systému. Ten slouží pro zemědělské, obchodní a výrobní podniky. Dalším předmětem podnikání je výroba, instalace a oprava elektrických přístrojů, elektronických a telekomunikačních zařízení. Firma se také zabývá činností daňových a účetních poradců, vedením účetnictví, vedením daňové

evidence, školením zejména v oblasti daní, mezd, účetnictví, práv a vlastního informačního systému. V neposlední řadě se firma také zabývá tvorbou webových stránek a jako poslední zdroj podnikání lze uvést e-shop a kamenný obchod, který společnost provozuje vlastním jménem.

Firma dlouhá léta podceňovala investice do IT a nyní si uvědomila, že je potřeba podpořit vlastní chod firmy a mít moderní a spolehlivou výpočetní techniku pro zefektivnění a zrychlení práce ve společnosti. Společnost zhodnotila svou firemní počítačovou síť a označila ji za nevyhovující z hlediska technického a legislativního, a rozhodla se tak pro modernizaci stávající sítě moderními síťovými rozvody a novým datovým rozvaděčem včetně jeho osazení.

## **2.2 Popis budovy**

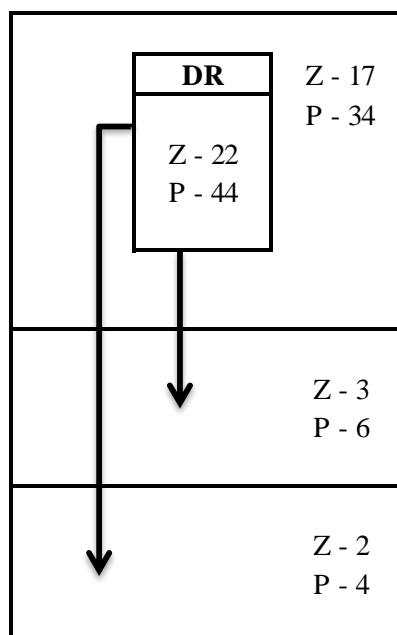
Jedná se o budovu, která má suterén, přízemí a dvě nadzemní podlaží. Řadí se k historicky starším budovám, tedy k začátku druhé poloviny dvacátého století. Analyzovaná firma obsazuje pouze část budovy, tedy suterén, část přízemí a celé první podlaží, v druhém podlaží již firma nemá žádné prostory. V této budově má kanceláře mimo analyzovanou firmu i mnoho dalších společností. Výška budovy je 12 metrů, výška jednotlivých podlaží činí 3 metry. Objekt je po stavební stránce proveden zděnou technologií, tzn., že stěny a stropy jsou postaveny z dutých cihel. V nedávné době byla na budově vytvořena nová fasáda včetně zateplení a instalace nových plastových oken. Budovu čeká rozsáhlá rekonstrukce interiéru a budou vytvářeny i stropní podhledy, proto je vhodné tuto příležitost využít a vytvořit nový způsob vedení kabeláže a telekomunikační místnost. Na obrázku č. 19 je blokové schéma budovy, na kterém je vyobrazeno aktuální umístění rozvaděče a počet datových zásuvek a portů v jednotlivých podlažích objektu.

## BUDOVA FIRMY

1. NP

Přízemí

Suterén



### LEGENDA

➔ Metalický rozvod k zásuvkám UTP Cat. 5

**DR** - Datový rozvaděč

**Z** - Počet zásuvek

**P** - Počet portů

Obrázek č. 19: Současné blokové schéma budovy firmy

(Zdroj: vlastní zpracování)

### 2.2.1 Analýza jednotlivých podlaží

Analýza jednotlivých podlaží a místností je proveden na základě osobní návštěvy těchto prostor. Na pláncích jednotlivých podlaží jsou v **přílohách č. 1, 2 a 3** pomocí trojúhelníků vyznačeny datové zásuvky, v místnosti 206 je vyznačen datový rozvaděč. Plánky neobsahují kabelové trasy, protože nejsou nikde zdokumentovány.

V kabelové tabulce v **příloze č. 4** jsou uvedeny jednotlivé místnosti, počet datových zásuvek a portů v místnostech a typ kabelu použitého v lince. V příloze č. 4 nejsou uvedeny čísla portů patch panelu, označení datových zásuvek, portů a kabelů, délky jednotlivých linek a kabelové trasy, neboť tyto údaje se nepodařilo zjistit. Důvody nezjištění těchto údajů jsou popsány v kapitole 2.3 Analýza počítačové sítě.



## 2.3 Analýza počítačové sítě

Počítačová síť v analyzované společnosti nepatří k nejmodernějším a nejefektivnějším. Kabeláž je vedena v přeplněných umělohmotných lištách, které pojmu velmi malé množství kabelů a jsou přišroubované do zdí. Místy je lišta vytržena ze zdi, kabely „čouhají“ z lišt či jsou volně položeny na zemi. Tato struktura vedení kabelů je v dnešní době nevyhovující a může dojít k poškození či vytržení kabelů. Vzhledem ke způsobu vedení kabeláže, jsou veškeré datové zásuvky povrchového typu. Kabeláž a všechny její části jsou bez popisu a chybí jakákoliv dokumentace, je tedy obtížné rozlišit, který kabel vede k danému portu či zařízení. Dále nejsou dodrženy normy a firma neměla certifikovaného dodavatele materiálů pro svou počítačovou síť, pouze nakupovala komponenty a kabely, které si sama nainstalovala. Veškerá kabeláž je kategorie 5.

Co se týče hardwaru, datový rozvaděč a jeho osazení je zastaralé. Rozvaděč je nástěnný nedělený o velikosti 9U. Obsahuje patch panel se 48 porty, který slouží k připojení síťových zásuvek z jednotlivých místností. Dále rozvaděč obsahuje napájecí panel s přepětovou ochranou, switch se 48 porty a modem, který má v sobě již zabudovaný router. Vyvazovací panel v rozvaděči chybí, v kabelech je tedy velký chaos. Vedle rozvaděče je umístěn databázový server, na který jsou vysoké nároky, neboť firma má kolem 30 klientských stanic a server je postarší a nedisponuje nejvýkonnějším hardwarem. Například při záloze dat na databázový server jsou práce na klientských stanicích velmi pomalé. Rozvaděč a server se nachází v kuchyňce. Tato místnost je špatně odvětraná a naprosto nevhodná pro umístění datového rozvaděče a serveru. Proto je nezbytné najít vhodné místo pro nové umístění rozvaděče a serveru. Klientské stanice jsou také postarší a při náročnějších operacích nejsou schopny zaručit plynulý chod pro pracovníky. Programátorské počítače se však jednou za dva roky pravidelně obměňují a společnost tak maximálně podporuje efektivnost práce programátorů. Dále se v prostorách společnosti nachází čtyři síťové tiskárny, 15 firemních VoIP telefonů, platební terminál (kamenná prodejna) a ostatní kancelářské periferie a zařízení.

V každé místnosti, kde je potřeba připojení do sítě, jsou většinou jedna nebo dvě datové zásuvky kategorie 5 se dvěma porty. Společnost v současné době používá téměř v každé místnosti Fast Ethernet (kategorie 5) switche, ke kterým jsou připojeny některé počítače

a ostatní zařízení v jednotlivých kancelářích. Tyto switche jsou připojeny patch kabely s koncovkou RJ45 přes porty datové zásuvky do vnitřní sítě firmy.

**Tabulka č. 3: Osazení datového rozvaděče**

U1	patch panel 48port RJ45
U2	
U3	switch 48port
U4	
U5	REZERVA
U6	modem (včetně routeru)
U7	police
U8	REZERVA
U9	napájecí panel 6x 230V

(Zdroj: vlastní zpracování)

### **2.3.1 Analýza hardware**

Firma používá následující hardware, který vyžaduje zapojení do firemní počítačové sítě.

#### **Klientské stanice**

Firemní počítače je třeba rozdělit na kancelářské a programátorské. Kancelářské počítače mají procesor Intel Celeron 2 GHz, operační paměť 1GB, síťovou kartu pouze 10/100 Mbit/s a operační systém Windows XP.

Programátorské počítače mají procesory Intel Core i5 3,20 GHz, operační paměť 8GB, síťovou kartu 10/100/1000 Mbit/s, operační systém Windows 7.

#### **Server**

Server má dva procesory Intel Xeon 2,8 GHz, operační paměť 16 GB a operační systém Windows Server 2003.

#### **Tiskárny a kopírka**

HP LaserJet P1005 Printer

HP LaserJet 3052

## **VoIP telefony**

Firma používá po celé firmě 15 VoIP telefonů od značky Siemens.

## **Switch a router**

Ve společnosti v některých kancelářích jsou použity přepínače od firmy D-Link se 4 porty a Wi-Fi router od firmy D-Link s rychlostí bezdrátového přenosu až 150 Mbit/s. V rozvaděči je switch od firmy D-Link se 48 porty.

## **Modem**

Pro přístup k internetu společnost využívá kabelové připojení od firmy Satt, a.s. Od kabelové přípojky je veden až do datového rozvaděče koaxiální kabel, který je následně připojen ke kabelovému modemu. K modemu je v rozvaděči připojen switch se 48 porty. Ve firmě je modem Cisco EPC3925, který nebude nahrazen jiným, a bude tak dále používán pro připojení koaxiálního kabelu. (Satt,2014)

## **2.4 Shrnutí analýzy**

Z provedené analýzy vyplynuly nedostatky firemní počítačové sítě. Ve firmě je zastaralé, nekvalitně provedené vedení kabeláže včetně připojení k jednotlivým klientským stanicím, také chybí dokumentace a popis kabeláže, což neodpovídá nárokům kladeným dnešní dobou. V jednotlivých místnostech je malý počet datových zásuvek s kategorií 5. Datový rozvaděč (včetně jeho osazení), server, klientské stanice a ostatní periferie a zařízení jsou velmi zastaralé a nevýkonné, jejich stáří je většinou více než 10 let, což má za důsledek neefektivní práci pracovníků.

Veškeré návrhy na vytvoření nové počítačové sítě jsou popsány v kapitole o návrhu na řešení současného stavu.

## 2.5 Požadavky společnosti na realizaci

Společnost si stanovila požadavky, které kladou důraz na spolehlivé a efektivní řešení počítačové sítě:

- primárním požadavkem společnosti je vybudování nové univerzální kabeláže pomocí UTP kabelů s přenosovou technologií GE v kategorii 5 z kvalitních materiálů
- firma apeluje na vybudování nové certifikované univerzální kabeláže od firem poskytující dlouholetou systémovou garaci, zvýšení počtu přípojných míst, nový způsob vedení kabeláže, pořízení a osazení nového datového rozvaděče (firma výhradně požaduje umístění UPS zařízení do rozvaděče)
- veškerá kabeláž by měla vést ve stropních podhledech a zdech
- navrhovaná univerzální kabeláž by měla vydržet minimálně 20 let bez jakýchkoliv inovací
- z důvodu splnění garance funkčnosti univerzální kabeláže ji musí instalovat pouze autorizovaná a certifikovaná firma s nejvyšším stupněm autorizace a certifikace
- počítačová síť musí splňovat aktuálně platné normy a standardy, být kvalitně zdokumentována, značena dle EIA/TIA 606, musí být zachovány povolené poloměry ohybu kabeláže, spojovací prvky a vedení kabeláže nainstalované podle pokynů výrobce, dbát na maximální povolené namáhání v tahu
- je nutné vybudovat novou TC s odvětráním pro datový rozvaděč a server (nebude mít vlastní ER)
- firma požaduje nákup nových klientských stanic, serverů a ostatních síťových periférií a zařízení. Předmětem tohoto návrhu je pouze návrh aktivních zařízení umístěných v rozvaděči (switch, router, modem), kromě serverů
- mezi další požadavek patří vytvoření přístupového bodu k internetu po celé budově pomocí Wi-Fi signálu se standardem IEEE 802.11b/g/n/ac.
- náklady na realizaci počítačové sítě nesmí přesáhnout hranici 450 000 Kč

### 3 NÁVRH ŘEŠENÍ

V návrhové části je zpracován návrh na novou univerzální kabeláž pro analyzovanou firmu. Při zpracování této části se vychází z teoretických východisek, analýzy současného stavu počítačové sítě ve firmě a požadavků firmy.

Na základě požadavků společnosti je návrh koncipován pro kategorii 5 a přenosovou technologii GE s maximální propustností dat 1 Gbps, která je plně dostačující pro dnešní potřeby. V reálném provozu není totiž možné dosáhnout přenosové rychlosti nad 1Gbps. Návrh univerzální kabeláže zahrnuje horizontální sekci a pracovní sekci kabeláže. Návrh obsahuje také výběr aktivních prvků počítačové sítě.

Pro návrh univerzální kabeláže jsou zvoleny produkty certifikovaných univerzálních kabeláží firem BELDEN, PANDUIT a SCHRACK TECHNIK. Dále jsou vybrány produkty od firem KOPOS a ABB. Veškeré produkty v tomto návrhu jsou od těchto společností a splňují tedy parametry a požadavky definované v normách a standardech pro univerzální kabeláž.

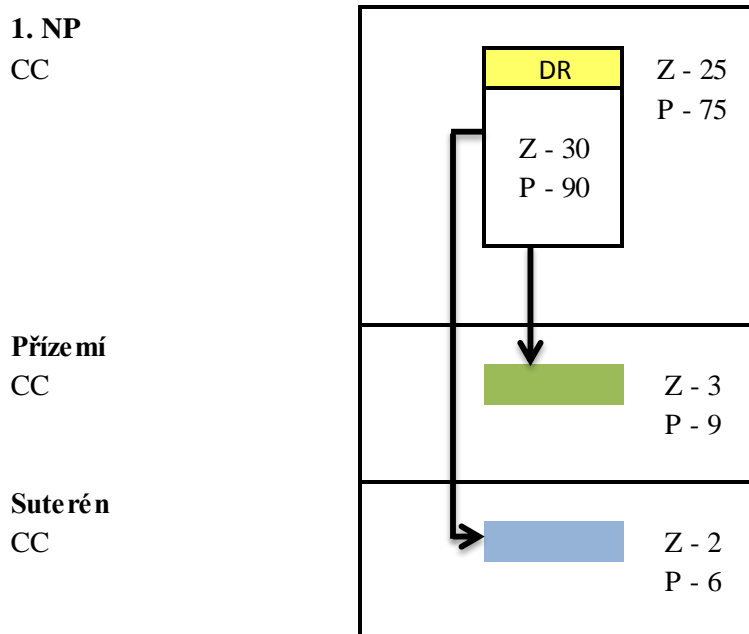
#### 3.1 Přípojná místa

Při návrhu přípojných míst se vychází z analýzy současného stavu univerzální kabeláže a požadavků firmy, která definovala účel jednotlivých pracovních míst a požadovaný počet přípojných míst. Stanovené požadavky jsou drobně upraveny a návrh je koncipován tak, aby vznikla rezerva a tím i dostatečný počet přípojných míst pro počítače a ostatní síťová zařízení.

V každé místnosti firmy, kde je potřebné připojení do sítě, je pro každé pracovní místo navržena jedna datová zásuvka se třemi porty. Do jednoho z portů datových zásuvek bude vždy připojen počítač, pouze v některých případech je u pracovního místa připojen i VoIP telefon nebo tiskárna. Místo VoIP telefonu využívají někteří zaměstnanci mobilní telefon. Počet portů u jednoho pracovního místa je tedy dostatečný. Navíc je pro bezproblémový přístup k bezdrátovému připojení k internetu v celé budově navržen

přístupový bod pomocí Wi-Fi routeru se standardem IEEE 802.11b/g/n/ac., který je umístěn v učebně 002 a v datovém rozvaděči.

Počet datových zásuvek a portů v jednotlivých podlažích je uveden na blokovém schématu budovy na obrázku č. 20. Datové zásuvky a kabelové trasy jsou zakresleny na půdorysech budovy v **přílohách č. 5, 6 a 7**. Délky jednotlivých tras, označení zásuvek, portů zásuvek a párových kabelů jsou uvedeny v kabelové tabulce v **přílohách č. 8, 9 a 10**.



#### LEGENDA

- ➔ Metalický rozvod k zásuvkám UTP Cat. 5
- DR** - Datový rozvaděč
- Z** - Počet zásuvek
- P** - Počet portů
- CC** - Color Code podlaží

**Obrázek č. 20: Schéma budovy a navržené počty zásuvek a portů**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Mezi přípojným místem je nutné zařadit také účastnickou zásuvku, do které je zakončena kabeláž od poskytovatele kabelového internetu (Satt, a.s.). Od této zásuvky je veden koaxiální kabel do datového rozvaděče a připojen k modemu. Modem je následně propojen s Wi-Fi routerem. Stávající účastnická nebude měněna, bude ponechána. Účastnická zásuvka je vyznačena malým zeleným trojúhelníčkem v **příloze č. 6**.

## 3.2 Kabeláž

Při výběru typu kabelových rozvodů je třeba myslet na to, že návrh univerzální kabeláže je koncipován na horizontální a pracovní sekci. Proto je nutné vybrat dva typy párových kabelů, tedy jeden vodič typu drát (horizontální sekce) a druhý vodič typu lanko (pracovní sekce). Páteřní sekce v návrhu figurovat nebude, protože je firma malého rozsahu a postačí pouze jeden datový rozvaděč.

### 3.2.1 Horizontální sekce kabeláže

Na základě požadavků analyzované společnosti je pro horizontální sekci kabeláže navržen párový kabel kategorie 5 ze sortimentu produktů společnosti BELDEN, přesněji se jedná o UTP kabel typu drát s označením 1700E. Tento párový kabel podporuje standard 1000BASE-T, je certifikován až do kmitočtu 350 MHz a jeho maximální propustnost dat je 1Gbps. Mezi konstrukční vlastnosti lze zařadit nízké vyzařování, svařené páry pro vyšší přesnost kroucení a plášť z PVC. (Prosoft, 2002)



Obrázek č. 21: Párový kabel Belden 1700E

(Zdroj: Prosoft, 2002)

### 3.2.2 Pracovní sekce kabeláže

V pracovní sekci kabeláže je vhodné použít vodič typu lanko, proto byl vybrán nestíněný propojovací kabel kategorie 5 z řady produktů BELDEN zakončený konektorem typu RJ45. Do datového rozvaděče a pracovní oblasti je vybrán patch cord typu s označením C50110xxxx (záleží na délce a barvě). Průměr kabelu je 24 AWG. (Belden, 2014)

Do datového rozvaděče jsou vybrány patch cordy v různých barevných provedeních a délkách. Důvodem zvolení různých barevných variant je zvýšení přehlednosti mezi

kabely připojenými do patch panelů v datovém rozvaděči. Barvy propojovacích kabelů jsou určeny podle toho, do kterého portu v patch panelu jsou připojeny. Každý port patch panelu má svojí specifickou barvu podle barvy podlaží, se kterým je propojen. Barvy patch cordů a portů (modulárních jacků) patch panelu se tedy řídí podle kódů barev uvedených ve schématu budovy na obrázku č. 20.

Pro pracovní oblast jsou navrženy stejné propojovací kabely jako do datového rozvaděče, pouze délka a barevné provedení patch cordu se liší. Délka propojovacího kabelu je závislá na vzdálenosti datové zásuvky od pracoviště. Pro pracovní oblast jsou zvoleny bílé propojovací kabely.



**Obrázek č. 22: Propojovací kabely BELDEN**

(Zdroj: Belden, 2014)

### **3.3 Spojovací prvky**

#### **3.3.1 Propojovací panel**

V návrhu univerzální kabeláže jsou použity celkem tři patch panely od společnosti PANDUIT. Všechny propojovací panely v návrhu jsou neosazené. První patch panel s označením CPP24FMWBLY má 24 portů, velikost 1U a slouží k připojení portů ze suterénu a přízemí. Zbylé dva patch panely s označením CPP48FMWBLY mají 48 portů, každý má velikost 2U a slouží k připojení portů z prvního nadzemního podlaží. (Panduit, 2014b)



Osazení jednotlivých portů patch panelů je uvedeno v **příloze č. 11**. Jednotlivé porty propojovacích panelů v příloze č. 11 jsou označeny specifickými barvami podle toho, jaký color code má jednotlivé podlaží budovy. Na základě těchto barev jsou osazeny porty patch panelu barevnými moduly jacky RJ45 s konstrukcí Mini-Com®. Přiřazení portů datových zásuvek k portům jednotlivých propojovacích panelů je uvedeno v kabelové tabulce v **příloze č. 10**.



**Obrázek č. 23: Propojovací panely s barevnými komunikačními moduly**

(Zdroj: Panduit, 2014b)

### **3.3.2 Datové zásuvky**

Veškeré datové zásuvky v návrhu jsou zápusťné, tedy určené k instalaci „pod omítku“. Zásuvky a rámečky jsou od společnosti ABB z řady produktů TIME® a mají bílou barvu. Zásuvka nese označení 5014E-A00400 03 a rámeček 3901F-A00110 03. Každá ze zásuvek je modulární a obsahuje tři zdířky určené pro instalaci modulárního jacku RJ45 s konstrukcí Mini-Com®. Tento typ zásuvek a rámečků je zvolen na základě požadavků společnosti, která si přeje mít zásuvky zabudované ve zdi. Dalším důvodem je vyšší hustota portů u zásuvek od společnosti ABB a plná kompatibilita s modulárními jacky RJ45 s konstrukcí Mini-Com® od firmy PANDUIT. Budovu firmy čeká rekonstrukce interiéru, proto firma využila příležitosti a rozhodla se mít designově sladěné datové zásuvky se zásuvkami 230V, které jsou také od firmy ABB. Datové zásuvky budou umístěny do instalačních krabic o průměru 68 mm a ve výšce 50 cm nad podlahou. (Kassex), (Panduit, 2014c), (Abb, 2014a), (Abb, 2014b)

### **3.3.3 Komunikační modul**

Každý párový kabel vedený mezi propojovacím panelem a datovou zásuvkou je nutné na obou stranách zakončit. Pro zakončení je navržen modulární jack RJ45 s konstrukcí

Mini-Com®, kategorie 5 z řady TX5e™ a označením CJ588xxY (záleží na barvě) od firmy PANDUIT. (Panduit, 2014c)

Jacky RJ45 s konstrukcí Mini-Com® použité v patch panelu, jak je již popsáno výše, jsou barevně rozlišené podle kódu barvy jednotlivých podlaží. V datových zásuvkách jsou použity jacky v bílém provedení, aby ladily k vybraným zásuvkám.



**Obrázek č. 24: Modrý jack RJ45 Cat. 5 s konstrukcí Mini-Com®**

(Zdroj: upraveno dle Falcon Technologies, 2014)

## **3.4 Organizace kabeláže**

### **3.4.1 Datový rozvaděč**

Datový rozvaděč, jenž je navržen pro novou univerzální kabeláž, je stojanového skříňového typu od firmy PANDUIT s označením N8219B. Má hloubku 1067 mm a šířku 800 z důvodu instalace serveru do rozvaděče, montážní šířka je 19“. Oproti starému rozvaděči je nový rozvaděč patrně větší, přesněji je jeho výška 42U. Přední dveře jsou děrované (drátěné) a lze je otevírat na levou nebo na pravou stranu, zadní dveře jsou také děrované. Výhoda perforovaných dveří oproti skleněným je v tom, že u drátěných dveří je lepší odvod tepla z rozvaděče. Další nespornou výhodou tohoto rozvaděče je, že již obsahuje speciální PANDUIT vertikální organizér kabeláže. Kabeláž lze do rozvaděče přivést vrchním či spodním vstupem rozvaděče. Stejně jako každý datový rozvaděč, je i tento rozvaděč zapotřebí uzemnit v souladu s normou ČSN 332000-7-707. (Panduit, 2014d)

## **Umístění rozvaděče**

Pro datový rozvaděč je v rámci rekonstrukce interiéru budovy vytvořena nová telekomunikační místnost v prvním nadzemním patře s číslem 213. Tato TC slouží pouze pro datový rozvaděč a jeho prvky v něm osazené. Umístění datového rozvaděče lze vidět na půdorysu prvního podlaží v **příloze č. 7**. Pro vyvedení kabeláže z datového rozvaděče do nižších pater bude v rámci rekonstrukce na přání analyzované firmy vybudována sádkartonová šachta. Více o způsobu vedení kabeláže je uvedeno v kapitole 3.5 Vedení a trasy kabeláže.

## **Osazení rozvaděče**

Do návrhu na osazení datového rozvaděče jsou zahrnuty tři propojovací panely, horizontální organizéry kabeláže (vertikální jsou již součástí rozvaděče), police pro klávesnici, police bez klávesnice, switche, modem, Wi-Fi router a vyhrazená místa pro servery, monitor. Pro napájení aktivních zařízení v datovém rozvaděči a zajištění nepřetržité dodávky elektrické energie je do rozvaděče umístěno PDU zařízení od firmy SCHRACK s označením IU070126 a UPS zařízení od stejné firmy s označením USVSD110 (Schrack technik, 2014a), (Schrack technik, 2014b).

Kompletní osazení rozvaděče je uvedeno v **příloze č. 12**. Rozpis materiálu, použitého v datovém rozvaděči, je uveden v **příloze č. 13**.

## **Organizace kabeláže v datovém rozvaděči**

Pro přehledné vedení kabeláže v rozvaděči je navrženo použít horizontální organizér pod připojovacími panely a switchy. V datovém rozvaděči je použit uzavřený horizontální organizér od firmy PANDUIT s označením WMP1E. Vertikální organizér rozvaděč již obsahuje, pouze je navrženo ke stažení kabelového svazku použít Velcro® stahovací pásky od společnosti PANDUIT, které fungují na principu suchého zipu, nedeformují kabelový svazek a je možné je použít vícekrát. (Kassex), (Panduit, 2014e)



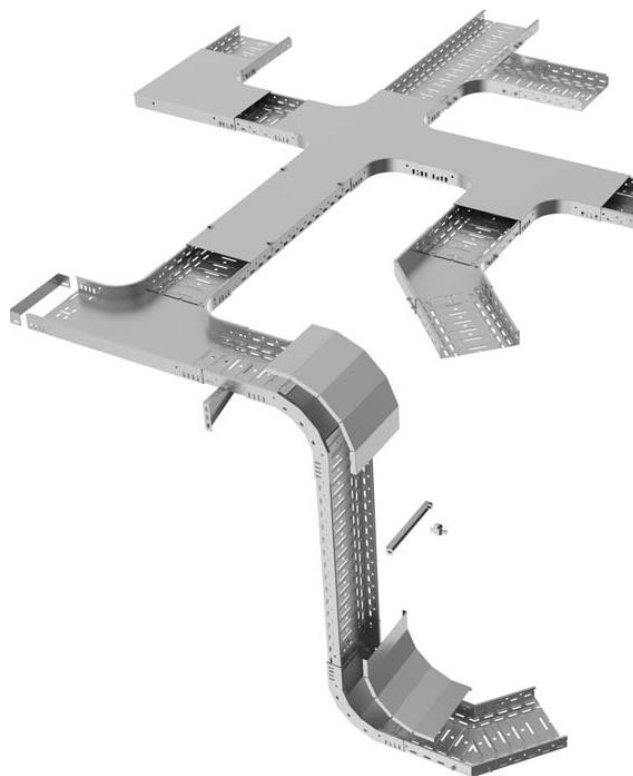
**Obrázek č. 25: Uzavřený horizontální organizér PANDUIT**

(Zdroj: Panduit, 2014e)

### **3.5 Vedení a trasy kabeláže**

Vzhledem k budoucí rekonstrukci interiéru budovy budou vytvořeny pro vedení kabeláže stropní podhledy a sádkartonová šachta. Ve stropních podhledech každého podlaží budovy je navrženo uložit kabeláž do systému kabelových žlabů MARS od firmy KOPOS. V horizontálním vedení žlabů je kabeláž volně položena na žlabech, při přechodu z horizontálního do vertikálního vedení žlabu jsou v obloucích lomu ke žlabům přichyceny víka oblouku, která chrání a drží kabeláž ve žlabu. Ve vertikálním vedení žlabu je kabeláž ke žlabu také připevněna pomocí příchytěk kabelu. (Kopos, 2014a)

Vertikální vedení systému kabelážních žlabů MARS slouží k propojení jednotlivých pater. Pro ukrytí vertikálního vedení žlabů slouží v každém podlaží sádkartonová šachta o rozměrech v každém patře 500 mm x 500 mm, která bude vytvořena na žádost firmy při rekonstrukci budovy. Šachta výrazně usnadní způsob vedení kabeláže mezi jednotlivými patry.



**Obrázek č. 26: Kabelový žlab MARS**

(Zdroj: Kopos, 2014a)

Na základě požadavků firmy je potřeba párové kabely vedoucí od stropních podhledů k datovým zásuvkám v jednotlivých kancelářích a ostatních místnostech schovat do zdi. Zasekání trubek do zdi bude provedeno při rekonstrukci interiéru. Kabeláž tedy bude ze stropních podhledů přecházet do trubek umístěných ve zdi. Budova bude procházet rekonstrukcí, proto nebude problém zasekání trubek provést. Pro vedení párových kabelů ve zdech jsou od společnosti KOPOS použity ohebné trubky 1436/1 K50 s nízkou mechanickou odolností splňující normu ČSN 61386-1 ed.2. Vnitřní průměr trubky je 35,9 mm a je plně dostačující pro vedení tří UTP kabelů kategorie 5. Tyto trubky jsou z PVC materiálu a vedou do instalačních krabic, které jsou zabudované ve zdi a slouží k umístění datových zásuvek. (Kopos, 2014b)

Je třeba dbát na povolené poloměry ohybu párových kabelů a instalační požadavky udávané výrobcem. Vedení kabelových žlabů je znázorněno v **přílohách č. 5, 6 a 7**, rozpis materiálu pro kabelový žlab je v **příloze č. 13**.

## Vedení kabelové trasy od poskytovatele internetu

V **příloze č. 6** je vyznačena malým zeleným trojúhelníčkem účastnická zásuvka, do které je připojena kabeláž od poskytovatele internetu. Od této zásuvky je veden koaxiální kabel až do datového rozvaděče, kde je následně připojen ke kabelovému modemu. Patch cordem je následně propojen kabelový modem s Wi-Fi routerem. Trasa koaxiálního kabelu od účastnické zásuvky je vyznačena v **příloze č. 6**. Koaxiální kabel je v neočíslované místnosti v umělohmotné liště přišroubované do zdi veden až do šachty umístěné v místnosti 102. Následně je koaxiální kabel veden spolu s párovými kabely v kabelážním žlabu. Koaxiální kabel bude dodán a nainstalován od poskytovatele internetu.

### 3.6 Značení

Na základě požadavků norem a pro celkovou přehlednost univerzální kabeláže je důležité mít popsány veškeré její prvky.

Pro patch panely je zavedeno označení podle toho, jak jsou seřazeny v datovém rozvaděči. První propojovací panel má označení PP 1, druhý PP 2, třetí PP 3.

Pro označení portů zásuvek, portů propojovacího panelu v rozvaděči, párových kabelů mezi patch panelem a datovou zásuvkou a patch cordů je zvolen následující systém značení:

Identifikační kód je ve formátu **P.XX**, kde:

**P** – číslo patch panelu v datovém rozvaděči

**XX** – číslo portu v daném patch panelu

Kód **1.01** tedy například značí první port v prvním patch panelu

Po přečtení tohoto kódu například na portu datové zásuvky lze vidět, do kterého patch panelu a portu patch panelu je připojen. V předešlých kapitolách je také popsán způsob barevného značení v rozvaděči pro snadnější správu sítě. Velmi důležitý dokument

sloužící ke správě kabeláže je kabelová tabulka v **přílohách č. 8, 9 a 10**, která dokumentuje veškeré důležité informace o portech, datových zásuvkách a kabeláži.

### **3.7 Návrh aktivních prvků**

#### **Kabelový modem**

Kabelový modem slouží k připojení koaxiálního kabelu, který vede od účastnické zásuvky. Poskytovatel kabelového internetu (Satt, a.s.) výhradně doporučuje kabelový modem EPC3925 od společnosti Cisco. Tento modem poskytovatel internetu dodává a instaluje sám, ve firmě však již tento modem je, proto není potřeba pořizovat nový. Modem je položen na polici v datovém rozvaděči (**příloha č. 12**). (Satt, 2014)

#### **Wi-Fi router**

K rozšíření internetu do celé firemní sítě je použit Wi-Fi router umístěný vedle modemu na polici v datovém rozvaděči. Tento Wi-Fi router je propojený pomocí patch cordu od společnosti BELDEN s modemem od společnosti Cisco. Wi-Fi router slouží k rozšíření internetu do portů datových zásuvek, ale také k bezdrátovému připojení k internetu. V návrhu jsou celkem dva Wi-Fi routery. Jeden je umístěn v datovém rozvaděči na polici vedle modemu (**příloha č. 12**) a druhý je umístěn v učebně 002. Wi-Fi routery jsou od společnosti Netgear s označením AC1600. Pracují na frekvencích 2,4 i 5 GHz, přenosová rychlost přes technologii Wi-Fi je 1600Mbps (pouze marketingový trik), mají pět GE RJ45 portů a splňují standardy IEEE 802.11 a/b/g/n/ac. (Netgear, 2014)

#### **Switch**

Jednotlivé porty patch panelů je potřeba propojit do jedné firemní sítě. K tomu slouží switche, do jejichž portů se pomocí patch cordů propojují porty patch panelů. Pro tento návrh jsou vybrány 50 portové switche od společnosti NETGEAR s označením M4100-50G. Tyto switche mají 50 GE RJ45 portů a jsou určeny pro namontování do datových rozvaděčů. (Netgear, 2013)

### 3.8 Rozpočet nákladů

V této kapitole jsou uvedeny veškeré náklady spojené s realizací návrhu řešení. Do kalkulace nákladů nejsou zahrnuty stavební práce prováděné v rámci rekonstrukce interiéru budovy. Pro upřesnění jsou v tomto zhodnocení vynechány náklady vynaložené na vytvoření stropních podhledů, výstavbu šachty, výstavbu nové telekomunikační místnosti a zasekání ohebných trubek pro vedení párových kabelů do zdí. Tyto náklady se budou počítat v rámci nákladů vynaložených na celkovou rekonstrukci interiéru objektu. Dále není do nákladů zahrnut nákup aktivních zařízení v pracovní oblasti a serverů v datovém rozvaděči.

Naopak veškerý materiál použitý na instalaci univerzální kabeláže a zbývající aktivní prvky v rozvaděči je v nákladech zahrnut. Přesněji se jedná o náklady vynaložené na veškerý materiál a pasivní prvky použité v datovém rozvaděči, switche, modem, Wi-Fi routery, systém kabelážních žlabů, párové kabely použité v lince, propojovací kabely v pracovní oblasti, datové zásuvky, modulární jacky do datových zásuvek a ohebné trubky pro vedení linky ve zdech.

Rozpis veškerého materiálu a prvků použitých pro instalaci univerzální kabeláže včetně odhadovaných nákladů je uveden v **příloze č. 13**.

Analyzovaná firma požaduje, aby náklady na realizaci návrhu řešení nepřesáhly 450 000 Kč. Odhadované celkové náklady na realizaci univerzální kabeláže jsou uvedeny v tabulce č. 4. Rezervní náklady slouží k financování dalšího drobného materiálu, který bude použit při instalaci, a neočekávaných výdajů při instalaci univerzální kabeláže.

**Tabulka č. 4: Předpokládané náklady**

Položka	Cena (Kč)
předpokládané náklady na materiál kabeláže	228 213,10
předpokládané náklady na instalaci kabeláže	80 000,00
rezervní náklady	30 000,00
<b>Předpokládaná cena bez DPH</b>	<b>338 213,10</b>
<b>Předpokládaná cena s DPH</b>	<b>409 237,85</b>

(Zdroj: vlastní zpracování)



### **3.9 Záruka na univerzální kabeláž**

Pro zajištění garance funkčnosti univerzální kabeláže jsou vybráni výrobci, kteří poskytují certifikované univerzální kabeláže. Do návrhu jsou vybrány produkty certifikovaných kabeláží od firem BELDEN, PANDUIT a SCHRACK TECHNIK. Jednotliví výrobci poskytují různě dlouhou systémovou garanci. Společnost BELDEN poskytuje záruku za celý systém 25 let, PANDUIT 15, 20 nebo 25 let (záleží na kombinacích materiálu a ostatních podmínkách) a SCHRACK TECHNIK 20 let. Podmínkou udělení systémové záruky je dodržení všech instalačních zásad pro kabeláž, proto je nutné pro dodání a instalaci univerzální kabeláže zvolit dodavatele, kteří vlastní certifikace od těchto výrobců zaručující systémovou garanci.

Analyzovaná společnost sama provede výběr firem, které mají požadované certifikace a oprávnění, zajistí dodávku materiálu a instalaci kabeláže včetně kabelážních prvků. Analyzovaná společnost též vybere odbornou stavební firmu, která provede rekonstrukci budovy, zaseká ohebné trubky do zdi, vytvoří šachtu a podhledy pro vedení kabeláže.

### **3.10 Měření univerzální kabeláže**

Univerzální kabeláž ovlivňují produkty a následně i jejich instalace, proto je nutné provést po každé instalaci univerzální kabeláže měření. Aby bylo možné garantovat správnou funkčnost univerzální kabeláže, musí být oba předchozí aspekty v souladu s normami. Zda má instalace ty správné parametry se zjistí na konci realizačního procesu pomocí měření. (Humbert, 2014)

Nejprve je nutné zkontrolovat vizuální stav instalované sítě. Je třeba ověřit, zda jsou veškeré páry správně rozpletené a mají správnou maximální délku, zda je plášť kabelu v blízkosti konektorů správně odstraněn, zda je dodržen minimální poloměr ohybu kabelu, zda je kabeláž chráněna před mechanickým poškozením (uložení v kabelových žlabech, trubkách,...) a zda jsou kabely chráněné proti elektromagnetickému rušení (vysoké napětí,...). Druhým krokem je ověření správného uzemnění a vodivého pospojování univerzální kabeláže. Univerzální kabeláž musí být kvůli ochraně lidí

v souladu s elektroinstalačními normami a s normami související s počítačovými sítěmi z důvodu ochrany signálu v kabeláži a aktivních zařízení. (Humbert, 2014)

## ZÁVĚR

Informační technologie, respektive počítačové sítě se stále zdokonalují a vyvíjí obrovským tempem. Dnešní svět je protkán informačními technologiemi a počítačová síť v něm hraje nesmírně důležitou roli. Prakticky žádná firma a v některých případech už ani domácnost se neobejdou bez počítačové sítě.

Cílem této bakalářské práce je navrhnout počítačovou síť, tedy univerzální kabeláž v budově malé firmy, která bude procházet rozsáhlou rekonstrukcí interiéru. Na základě přání firmy, není v této práci uveden její název. Analýza současného stavu i návrh řešení vychází ze základních teoretických východisek, z osobních návštěv prostor firmy a konzultací s jednatelem. Návrh řešení také vychází z analýzy současného stavu společnosti a počítačové sítě a z požadavků definovaných firmou.

Analýza současného stavu popisuje základní údaje o analyzované firmě (organizační struktura, podnikatelská činnost, popis budovy,...) a důvody, které vedly společnost k rozhodnutí modernizace stávající počítačové sítě. Z analýzy stávající počítačové sítě vyplývá, že síť je v nevyhovujícím stavu a nutně potřebuje obměnu. Nevyhovující je především způsob vedení kabeláže, nedostatečný počet přípojných míst a umístění a osazení datového rozvaděče. Podrobnější informace o datových zásuvkách, portech a rozvaděči jsou na plánech podlaží budovy (příloha č. 1 – 3), blokovém schématu a v kabelové tabulce (příloha č. 4). Současná univerzální kabeláž není certifikovaná a univerzální kabeláž není instalována certifikovanou firmou. Kabeláž nesplňuje aktuální normy a veškeré její části jsou bez popisu a chybí jakákoliv dokumentace.

V návrhové části je zpracováno řešení na novou certifikovanou univerzální kabeláž. Návrh univerzální kabeláže je koncipován pro kategorii 5 s přenosovou technologií GE. Produkty v návrhu jsou vybrány od společností, které poskytují dlouholetou systémovou garanci na univerzální kabeláže. Důležitým aspektem návrhu je stanovení a zvýšení počtu přípojných míst v prostorech firmy, jejichž rozvržení je zakresleno na půdorysech budovy (příloha č. 5 – 7) a blokovém schématu budovy. V další kapitole jsou vybrány párové kabely pro horizontální a pracovní sekci kabeláže. Kapitola o spojovacích prvcích se zaměřuje na výběr propojovacích panelů (jejich osazení je v příloze č. 11), datových zásuvek a komunikačních modulů s konstrukcí Mini-Com®. V kapitole o

způsobu organizace kabeláže je proveden výběr datového rozvaděče, včetně určení jeho umístění a osazení a je uveden způsob organizace kabeláže v rozvaděči. Pro vedení kabeláže jsou v rámci rekonstrukce interiéru budovy jako nejvhodnější řešení do stropních podhledů a šachty vybrány kabelové žlaby a do zdí ohebné trubky. V kapitole o značení kabelážních prvků je stanoven systém, jakým je kabeláž a ostatní síťové prvky značeny. Označení je zdokumentováno v kabelové tabulce (příloha č. 8 – 10).

Důležitou součástí návrhu je stanovení rozpočtu na realizaci návrhu. Rozpis materiálu a prvků použitých pro instalaci univerzální kabeláže včetně odhadovaných nákladů je uveden v příloze č. 13. Celkové předpokládané náklady jsou uvedeny v tabulce č. 4. a jejich výše nepřekračuje hranici nákladů stanovenou analyzovanou firmou.

Následně jsou navrženy aktivní zařízení do datového rozvaděče, přesněji modem, Wi-Fi router a switche.

Pro zajištění garance funkčnosti univerzální kabeláže jsou vybráni výrobci, kteří poskytují certifikované univerzální kabeláže. Tito výrobci byli vybráni z důvodu dlouholetých zkušeností v oboru a poskytování dlouholeté garance za celý systém. Pro dodání a instalaci univerzální kabeláže je nutné zvolit dodavatele, kteří vlastní certifikace od těchto výrobců. Nakonec je uveden způsob měření, které musí být prováděno po každé instalaci univerzální kabeláže.

V návrhu je předvedeno řešení provedení univerzální kabeláže. Navržená univerzální kabeláž kategorie 5 s maximální propustností dat 1Gbps je plně dostačující pro dnešní potřeby, proto bylo zvoleno toto řešení, které je zároveň i výrazně ekonomicky výhodnější než univerzální kabeláže vyšších kategorií. V reálném provozu u metalické kabeláže není totiž možné dosáhnout rychlostí nad 1Gbps. Způsob vedení kabeláže je moderní a velmi elegantní, protože veškerá kabeláž v lince je ukrytá v podhledech či zdech. Navržené řešení především zrychlí a zefektivní práci ve firmě.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

## Tištěná literatura

BIGELOW, S. J. *Mistrovství v počítačových sítích*. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0178-9.

HORÁK, J. *Malá počítačová síť doma a ve firmě*. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0582-6.

HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 3. aktual. vyd. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-251-0892-9.

JEGER, D. a J. PECINOVSKÝ. *Postavte si vlastní počítačovou síť*. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN 80-7169-700-1.

JIROVSKÝ, V. *Vademecum správce sítě*. Praha: Grada Publishing, 2001. ISBN 80-7169745-1.

KASSEX. *Jak na to?: Profesionální datové komunikace – strukturované multimediální kabeláže*. Kroměříž: Kassex.

KÁLLAY, F. a P. PENIAK. *Počítačové sítě a jejich aplikace: LAN/MAN/WAN*. 2. aktual. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0545-1.

ODOM, W. *Počítačové sítě bez předchozích znalostí*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0538-5.

PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktual. vyd. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-251-1278-0.

SHINDER, D. L. *Počítačové sítě*. Praha: SoftPress, 2003. ISBN 80-86497-55-0.

SOSINSKY, B. *Mistrovství – počítačové sítě*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3363-7.

## Internetové zdroje

ABB, 2014a. 5014E-A00400 03. *Abb.com*. [online]. [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/catalog.asp?thema=4184&item=32555&category=1766>

ABB, 2014b. 3901F-A00110 03. *Abb.com*. [online]. [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/catalog.asp?thema=4220&category=1753&item=31990>

BELDEN. Copper - Category 5E - Modular Cords. *Belden.com* [online]. ©2014 [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: <http://www.belden.com/products/connectivity/copper/5e-modular-cords.cfm>

BONAVENTURE, O. Computer Networking : Principles, Protocols and Practice. *Saylor.org* [online]. 30.09.2011 [cit. 2014-01-12]. Dostupné z: <http://www.saylor.org/site/wp-content/uploads/2012/02/Computer-Networking-Principles-Bonaventure-1-30-31-OTC1.pdf>

CASAZZA, T. All About CAT 6A Cat 6A Shielded Cable - Cat 6A UTP Cable. *Lanshack.Com* [online]. ©1999-2012 [cit. 2014-01-12]. Dostupné z: <http://www.lanshack.com/cat6a.aspx>

CONTEG. Otevřené rámy. *Conteg.cz* [online] ©2014 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.conteg.cz/otevrene-ramy>

FALCON TECHNOLOGIES. CJ588BUY. *Falcontech.com* [online]. ©2014 [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://www.falcontech.com/Modular-Jack-Panduit-CAT5e-RJ45-8-Position-8-p/cj588buy.htm>

GATING SERVICES. Strukturovaná kabeláž. *Gatingservices.cz* [online]. ©2011 [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://www.gatingservices.cz/cz/rubriky/produkty/ict/strukturovana-kabelaz/>

HUMBERT, G. Měření strukturované kabeláže. *Legrand.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://www.legrand.cz/blog/mereni-strukturovane-kabelaze>

JOHNSON, A. 31 Days Before Your CCENT Exam: Ethernet and Media Access Control. *Cisco.com* [online]. 06.01.2014 [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=2164979&seqNum=5>

KOPOS, 2014a. Kabelové žlaby MARS. *Kopos.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: [http://www.kopos.cz/soubory/katalogy/kns\\_cz\\_2\\_kabelove\\_zlaby\\_mars.pdf](http://www.kopos.cz/soubory/katalogy/kns_cz_2_kabelove_zlaby_mars.pdf)

KOPOS, 2014b. 1436/1 K50 - Monoflex - Ohebná trubka s nízkou mechanickou odolností (ČSN). *Kopos.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: <http://koposkatalog.cz/detail.php?id=9590>

K.V.H. Metalická kabeláž. *Kvh.cz* [online]. ©2014 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.kvh.cz/sk-strukturovana-kabelaz/metalicka-kabelaz>

MCGRAW-HILL PROFESSIONAL. Networking Infrastructure and Design. *Mhprofessional.com* [online]. 2013 [cit. 2014-01-14]. Dostupné z: <http://www.mhprofessional.com/downloads/products/0071767576/0071767576-chapter-1.pdf>

NETGEAR. AC1600. *Netgear.com* [online]. ©2014 [cit. 2014-05-08]. Dostupné z: <http://www.netgear.com/home/products/networking/wifi-routers/R6250.aspx#tab-techspecs>

NETGEAR. ProSAFE® Intelligent Edge Managed Switches. *Netgear.com* [online]. 2013 [cit. 2014-05-08]. Dostupné z: [http://www.netgear.com/images/pdf/M4100\\_DS\\_22Mar1318-73883.pdf](http://www.netgear.com/images/pdf/M4100_DS_22Mar1318-73883.pdf)

ODVÁRKA, P, 21.05.2001b. Propojovací panely a zásuvky. *Svetsiti.cz* [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?cid=Propojovaci-panely-a-zasuvky-2152001>

ODVÁRKA, P, 25.06.2001a. Způsoby vedení kabelů a realizace kabelového systému. *Svetsiti.cz* [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?cid=Zpusoby-vedeni-kabelu-a-realizace-kabeloveho-systemu-2562001>





SCHRACK TECHNIK, 2014a. Napájecí panely PDU řady IT METER LINE. *Schrack.cz* [online]. [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: [http://www.schrack.cz/eshop/rozvadecova-technika-datova/napajeci-panely-pdu-rady-it-meter-line/napajeci-panel-pdu-19-8x-schuko-prep-ochrana-1u-2-m-iu070126.html?q=IU070126&cat=Shop\\_Global](http://www.schrack.cz/eshop/rozvadecova-technika-datova/napajeci-panely-pdu-rady-it-meter-line/napajeci-panel-pdu-19-8x-schuko-prep-ochrana-1u-2-m-iu070126.html?q=IU070126&cat=Shop_Global)

SCHRACK TECHNIK, 2014b. Záložní zdroje UPS. *Schrack.cz* [online]. [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: [http://www.schrack.cz/eshop/zdroje-zalozni-ups-kompenzace-a-detekce-co/zalozni-zdroje-ups/ups-genio-flex-plus-dual-1100va-990w-5-min-1-1f-vi-sin-usvsd110.html?q=usvsd110&cat=Shop\\_Global](http://www.schrack.cz/eshop/zdroje-zalozni-ups-kompenzace-a-detekce-co/zalozni-zdroje-ups/ups-genio-flex-plus-dual-1100va-990w-5-min-1-1f-vi-sin-usvsd110.html?q=usvsd110&cat=Shop_Global)

SITE.THE. Ethernet - Technologie 10BASE2. *Site.the.cz* [online]. ©2014 [cit. 2014-01-12]. Dostupné z: <http://site.the.cz/index.php?id=26>

THORNE AND DERRICK. Hellermann Tyton Cable Ties. *Cablejoints.co.uk*. [online]. 2014 [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: <http://www.cablejoints.co.uk/sub-product-details/hellermann-tyton-cable-ties>

TRITON. Stojanové rozvaděče. *Triton.cz* [online]. ©2014 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.triton.cz/cs/datove-rozvadece/stojanove-rozvadece/serverovy-rozvadece-rde>

VARIANT PLUS. Strukturovaný kabelážní systém. *Variant.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: [http://www.variant.cz/soubory-ve-skladu/Karty/Spol\\_Zarazene/01-MANU%C3%81LY%20CS/SKS%20prirucka%20%20man-a4.pdf](http://www.variant.cz/soubory-ve-skladu/Karty/Spol_Zarazene/01-MANU%C3%81LY%20CS/SKS%20prirucka%20%20man-a4.pdf)

ZULFAQAR. Optical Fiber. *Zulfaqar.my* [online]. ©2013 [cit. 2014-01-12]. Dostupné z: <http://www.zulfaqar.my/2013/11/optical-fiber.html>

## **Ostatní**

ONDŘÁK, V. *Počítačové sítě* (přednášky). Brno: VUT v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<b>10GE</b>	10 Gigabit Ethernet
<b>AWG</b>	American Wire Gauge
<b>CAT.</b>	Category
<b>ER</b>	Equipment Room
<b>FE</b>	Fast Ethernet
<b>FTP</b>	Foiled Twisted Pair
<b>GE</b>	Gigabit Ethernet
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>ISTP</b>	Individually Shielded Twisted Pair
<b>LAN</b>	Local Area Network
<b>LLC</b>	Logical Link Control
<b>LSZH</b>	Low Smoke Zero Halogen
<b>MAC</b>	Media Access Control
<b>MAN</b>	Metropolitan Area Network
<b>OSI</b>	Open Systems Interconnection
<b>PDU</b>	Power Distribution Unit
<b>PVC</b>	Polyvinylchlorid
<b>STP</b>	Shielded Twisted Pair
<b>TC</b>	Telecommunication Closet
<b>TO</b>	Telecommunication Outlet
<b>UPS</b>	Uninterruptible Power Supply
<b>UTP</b>	Unshielded Twisted Pair
<b>VOIP</b>	Voice over Internet Protocol
<b>VPN</b>	Virtual Private Network
<b>WA</b>	Work Area
<b>WAN</b>	Wide Area Network

## SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka č. 1: Nejpoužívanější standardy Ethernetu .....	21
Tabulka č. 2: Třídy použití sítě a kategorie komponent kabeláže .....	25
Tabulka č. 3: Osazení datového rozvaděče .....	42
Tabulka č. 4: Předpokládané náklady .....	56

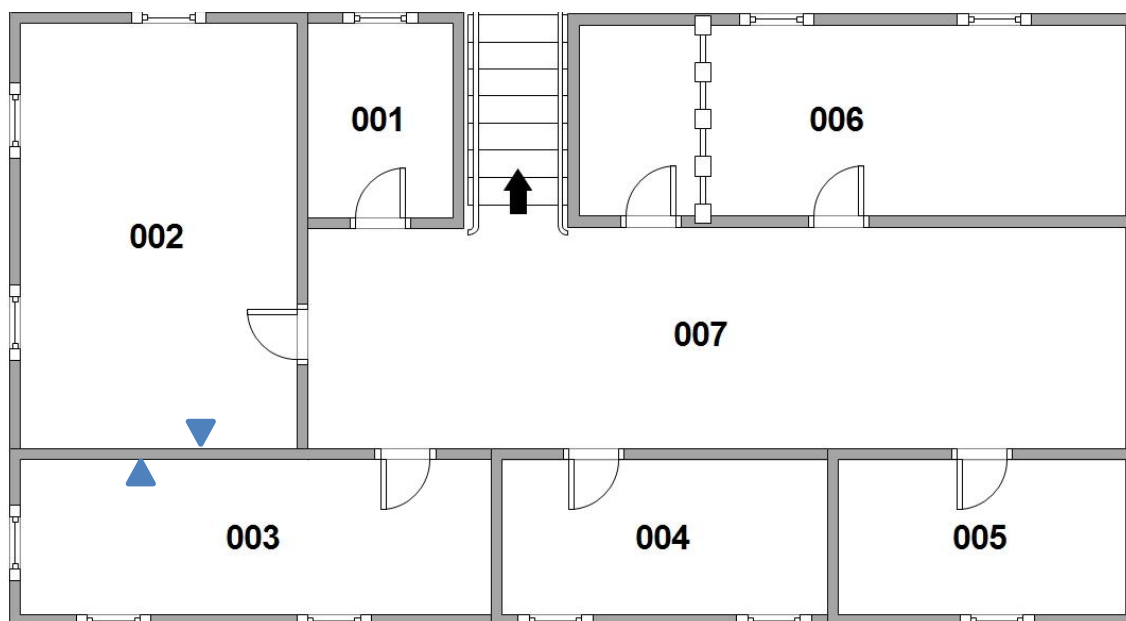
## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Sběrníková topologie .....	15
Obrázek č. 2: Hvězdíková topologie .....	15
Obrázek č. 3: Kruhová topologie .....	16
Obrázek č. 4: Topologie hierarchické hvězdy .....	16
Obrázek č. 5: Vrstvy referenčního modelu ISO/OSI .....	18
Obrázek č. 6: Mnohovidové (Step index) a jednovidové vlákno .....	20
Obrázek č. 7: Koaxiální kabel .....	20
Obrázek č. 8: Párový kabel .....	22
Obrázek č. 9: Rozdíl mezi svařenými a nesvařenými kroucenými páry .....	23
Obrázek č. 10: Porovnání UTP a STP kabelů .....	24
Obrázek č. 11: Princip propojovacího panelu .....	31
Obrázek č. 12: Datová zásuvka zápusťná a povrchová .....	32
Obrázek č. 13: Jack RJ45 s konstrukcí keystone se samozařezávacím víčkem .....	32
Obrázek č. 14: Otevřený rám a skříňový rozvaděč .....	34
Obrázek č. 15: Otevřený horizontální organizér a svazkový pásy .....	35
Obrázek č. 16: Parapetní žlab a drátěný rošt .....	36
Obrázek č. 17: Lepicí štítek .....	37
Obrázek č. 18: Organizační struktura analyzované firmy .....	38
Obrázek č. 19: Současné blokové schéma budovy firmy .....	40
Obrázek č. 20: Schéma budovy a navržené počty zásuvek a portů .....	46
Obrázek č. 21: Párový kabel Belden 1700E .....	47
Obrázek č. 22: Propojovací kabely BELDEN .....	48
Obrázek č. 23: Propojovací panely s barevnými komunikačními moduly .....	49
Obrázek č. 24: Modrý jack RJ45 Cat. 5 s konstrukcí keystone .....	50
Obrázek č. 25: Uzavřený horizontální organizér PANDUIT .....	52
Obrázek č. 26: Kabelový žlab MARS .....	53

## SEZNAM PŘÍLOH

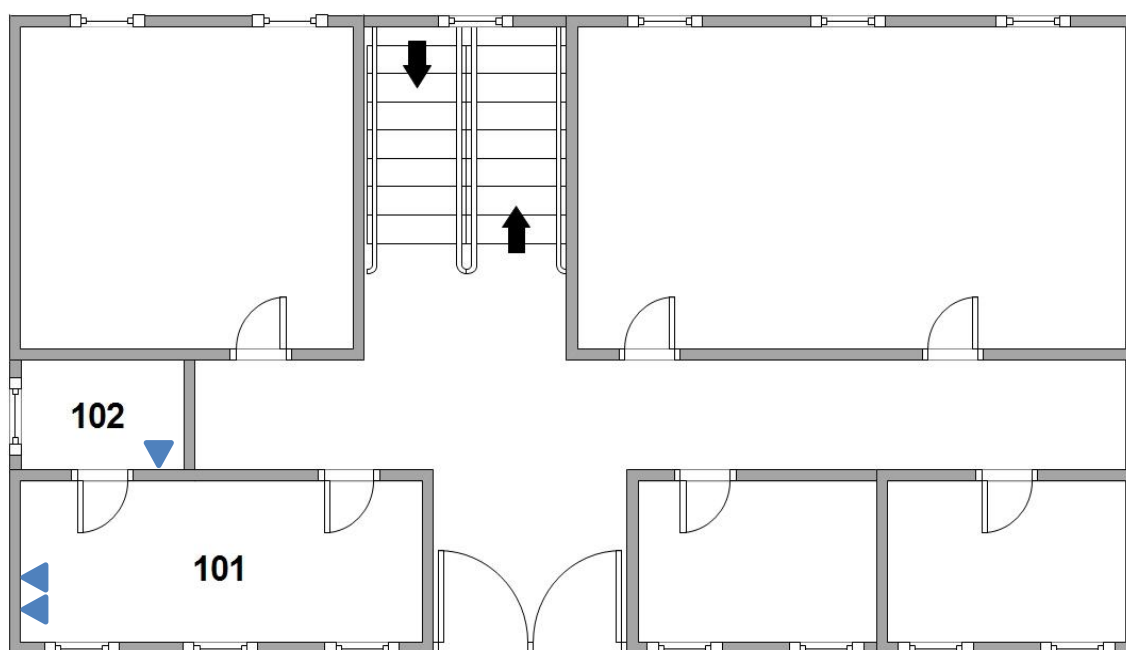
Příloha č. 1: Současné rozmístění datových zásuvek v suterénu .....	I
Příloha č. 2: Současné rozmístění datových zásuvek v přízemí .....	I
Příloha č. 3: Současné rozmístění datových zásuvek a rozvaděče v 1. NP .....	II
Příloha č. 4: Současná kabelová tabulka rozvaděče .....	III
Příloha č. 5: Návrh kabelových tras a rozmístění datových zásuvek v suterénu .....	IV
Příloha č. 6: Návrh kabelových tras a rozmístění datových zásuvek v přízemí .....	V
Příloha č. 7: Návrh kabelových tras a rozmístění datových zásuvek a DR v 1. NP .....	VI
Příloha č. 8: Návrh kabelové tabulky rozvaděče – propojovací panel 1 .....	VII
Příloha č. 9: Návrh kabelové tabulky rozvaděče – propojovací panel 2 .....	VIII
Příloha č. 10: Návrh kabelové tabulky rozvaděče – propojovací panel 3 .....	IX
Příloha č. 11: Schéma osazení patch panelů v datovém rozvaděči .....	X
Příloha č. 12: Návrh na osazení datového rozvaděče .....	XI
Příloha č. 13: Rozpis materiálu včetně odhadovaných nákladů .....	XII

**Příloha č. 1:** Současné rozmístění datových zásuvek v suterénu



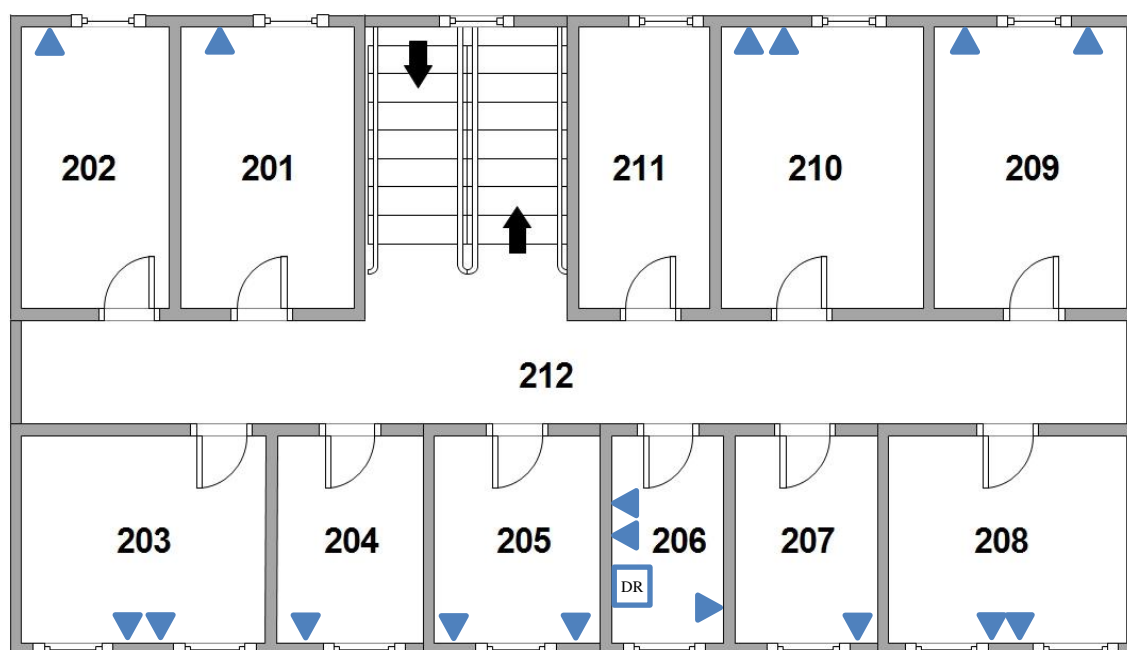
(Zdroj: vlastní zpracování)

**Příloha č. 2:** Současné rozmístění datových zásuvek v přízemí



(Zdroj: vlastní zpracování)

**Příloha č. 3:** Současné rozmístění datových zásuvek a rozvaděče v 1. NP



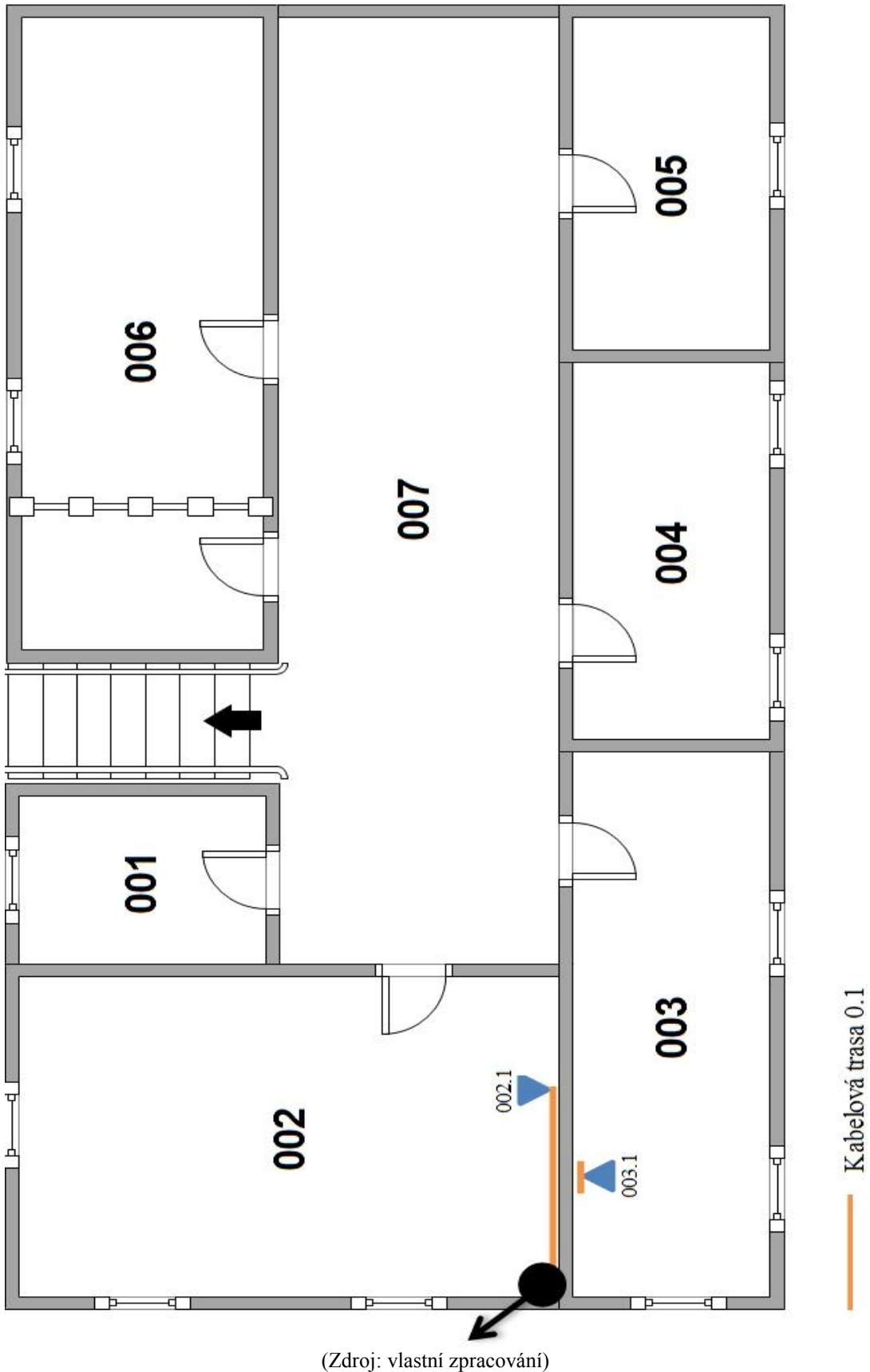
(Zdroj: vlastní zpracování)

**Příloha č. 4:** Současná kabelová tabulka rozvaděče

				Zásuvka	Port	Kabel
Panel	Port	Místnost	Popis	č.	č.	typ
PP	-	002	učebna	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	003	sklad	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	101	kamenná prodejna	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-			2	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	102	opravna	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	201	programátorská kancelář 1	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	202	programátorská kancelář 2	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	203	kancelář jednatele	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-			2	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	204	kancelář 1	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	205	kancelář 2	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-			2	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	206	kuchyňka, datový rozvaděč,	1	1	1583E
PP	-		server		2	1583E
PP	-			2	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-			3	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	207	kancelář 3	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	208	kancelář 4	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-			2	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	209	kancelář 5	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-			2	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-	210	kancelář 6	1	1	1583E
PP	-				2	1583E
PP	-			2	1	1583E
PP	-				2	1583E

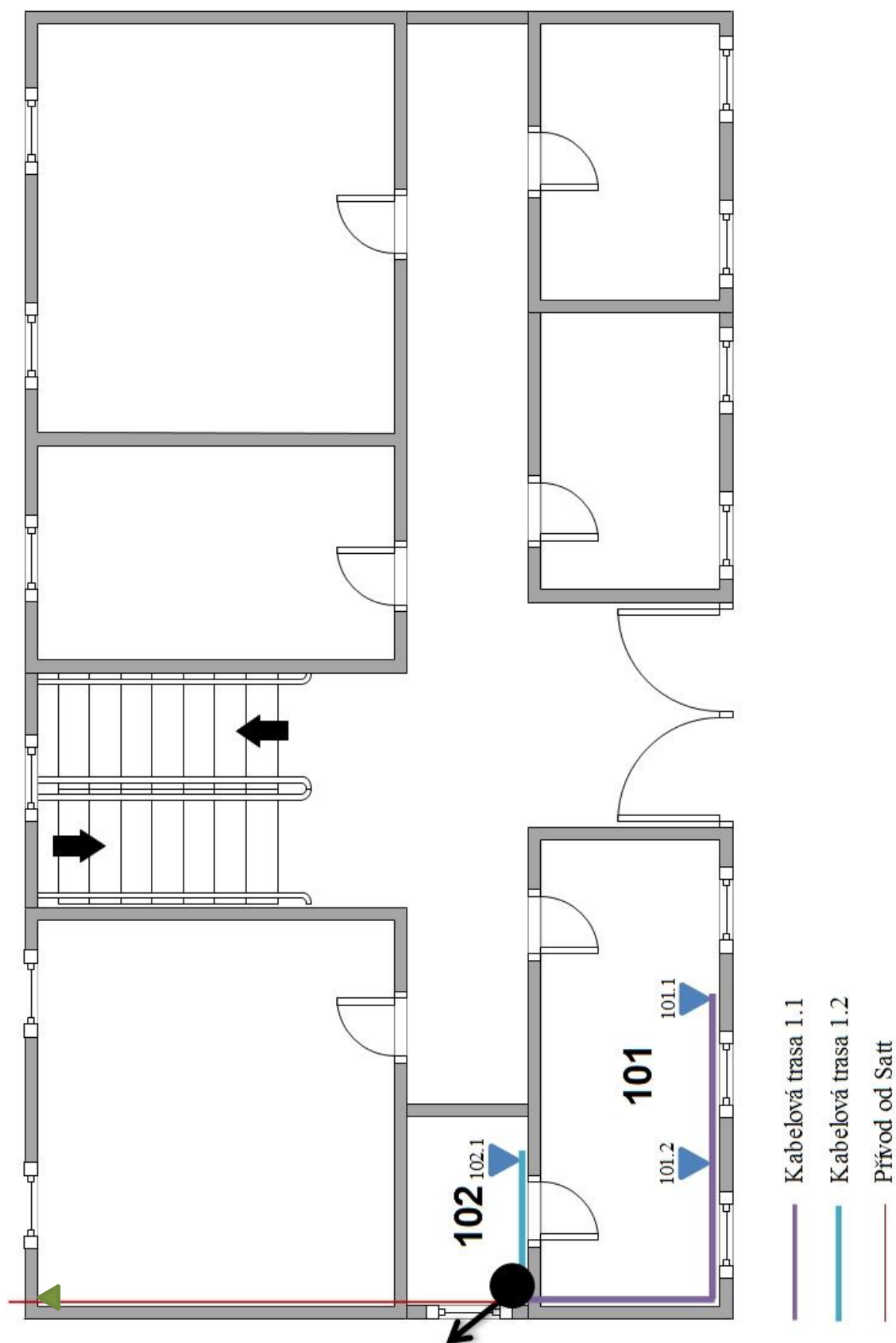
(Zdroj: vlastní zpracování)

## Příloha č. 5: Návrh kabelových tras a rozmístění datových zásuvek v suterénu



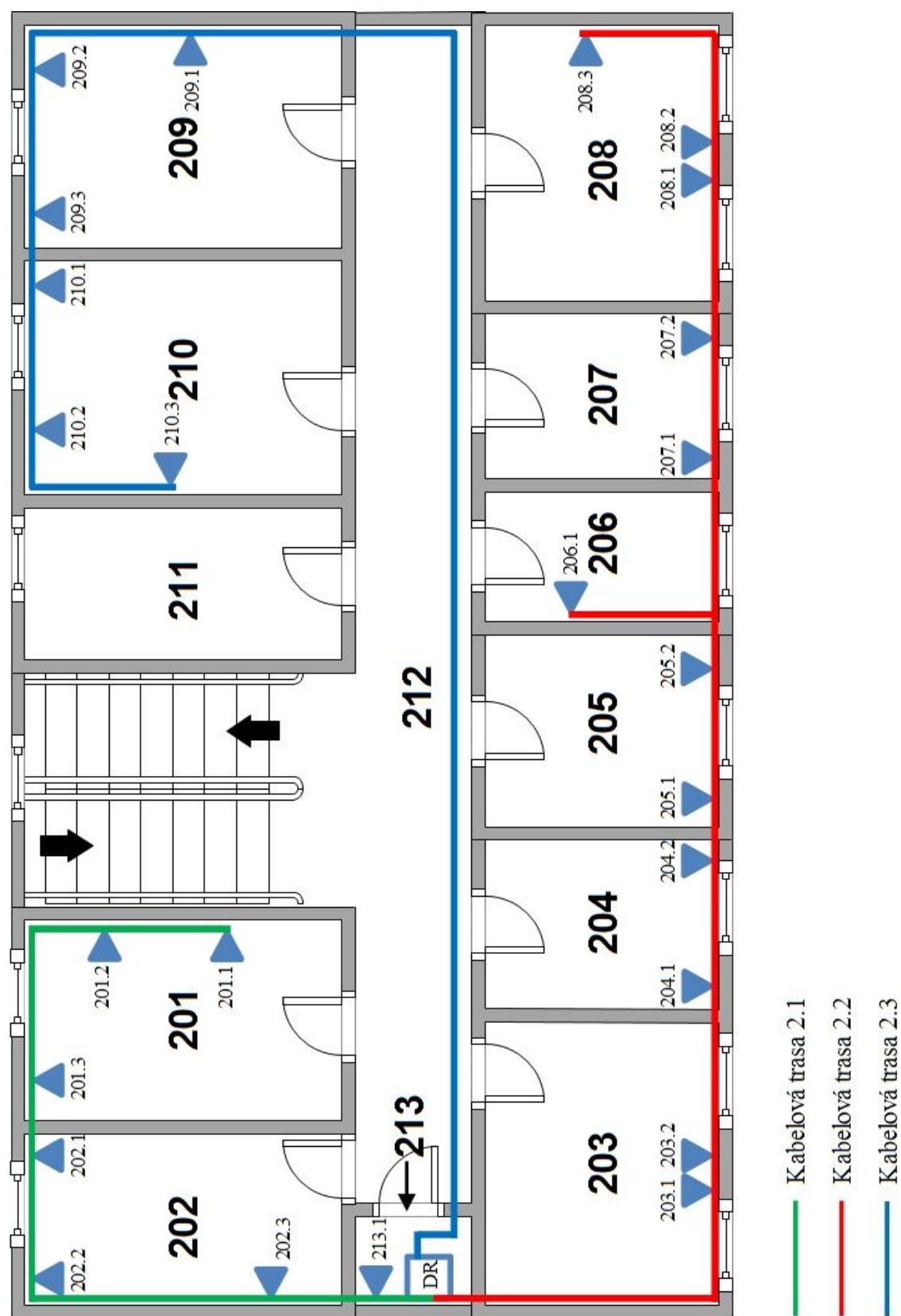


**Příloha č. 6:** Návrh kabelových tras a rozmístění datových zásuvek v přízemí



(Zdroj: vlastní zpracování)

**Příloha č. 7:** Návrh kabelových tras a rozmístění datových zásuvek a DR v 1. NP



(Zdroj: vlastní zpracování)

**Příloha č. 8:** Návrh kabelové tabulky rozvaděče – propojovací panel 1

				Zásuvka	Port		Kabel		
Panel	Port	Místnost	Popis	č.	č.	označ.	označ.	délka (m)	trasa
PP 1	1	003	sklad	003.1	1	1.01	1.01	24	0.1
PP 1	2				2	1.02	1.02	24	0.1
PP 1	3				3	1.03	1.03	24	0.1
PP 1	4	002	učebna	002.1	1	1.04	1.04	26	0.1
PP 1	5				2	1.05	1.05	26	0.1
PP 1	6				3	1.06	1.06	26	0.1
PP 1	7	101	kamenná prodejna	101.1	1	1.07	1.07	20	1.1
PP 1	8				2	1.08	1.08	20	1.1
PP 1	9				3	1.09	1.09	20	1.1
PP 1	10			101.2	1	1.10	1.10	18,5	1.1
PP 1	11				2	1.11	1.11	18,5	1.1
PP 1	12				3	1.12	1.12	18,5	1.1
PP 1	13	102	opravna	102.1	1	1.13	1.13	16,5	1.2
PP 1	14				2	1.14	1.14	16,5	1.2
PP 1	15				3	1.15	1.15	16,5	1.2

(Zdroj: vlastní zpracování)

**Příloha č. 9: Návrh kabelové tabulky rozvaděče – propojovací panel 2**

				Zásuvka	Port		Kabel		
Panel	Port	Místnost	Popis	označ.	č.	označ.	označ.	délka (m)	trasa
PP 2	1	201	programátorská kancelář 1	201.1	1	2.01	2.01	23	2.1
PP 2	2				2	2.02	2.02	23	2.1
PP 2	3				3	2.03	2.03	23	2.1
PP 2	4			201.2	1	2.04	2.04	21	2.1
PP 2	5				2	2.05	2.05	21	2.1
PP 2	6				3	2.06	2.06	21	2.1
PP 2	7			201.3	1	2.07	2.07	18,5	2.1
PP 2	8				2	2.08	2.08	18,5	2.1
PP 2	9				3	2.09	2.09	18,5	2.1
PP 2	10	202	programátorská kancelář 2	202.1	1	2.10	2.10	17	2.1
PP 2	11				2	2.11	2.11	17	2.1
PP 2	12				3	2.12	2.12	17	2.1
PP 2	13			202.2	1	2.13	2.13	15	2.1
PP 2	14				2	2.14	2.14	15	2.1
PP 2	15				3	2.15	2.15	15	2.1
PP 2	16			202.3	1	2.16	2.16	12	2.1
PP 2	17				2	2.17	2.17	12	2.1
PP 2	18				3	2.18	2.18	12	2.1
PP 2	19	213	telekomunikační místnost	213.1	1	2.19	2.19	10	2.2
PP 2	20				2	2.20	2.20	10	2.2
PP 2	21				3	2.21	2.21	10	2.2
PP 2	22	203	kancelář jednatele	203.1	1	2.22	2.22	16	2.2
PP 2	23				2	2.23	2.23	16	2.2
PP 2	24				3	2.24	2.24	16	2.2
PP 2	25			203.2	1	2.25	2.25	16,5	2.2
PP 2	26				2	2.26	2.26	16,5	2.2
PP 2	27				3	2.27	2.27	16,5	2.2
PP 2	28	204	kancelář 1	204.1	1	2.28	2.28	18,5	2.2
PP 2	29				2	2.29	2.29	18,5	2.2
PP 2	30				3	2.30	2.30	18,5	2.2
PP 2	31			204.2	1	2.31	2.31	20	2.2
PP 2	32				2	2.32	2.32	20	2.2
PP 2	33				3	2.33	2.33	20	2.2
PP 2	34	205	kancelář 2	205.1	1	2.34	2.34	21,5	2.2
PP 2	35				2	2.35	2.35	21,5	2.2
PP 2	36				3	2.36	2.36	21,5	2.2
PP 2	37			205.2	1	2.37	2.37	23,5	2.2
PP 2	38				2	2.38	2.38	23,5	2.2
PP 2	39				3	2.39	2.39	23,5	2.2
PP 3	28	206	kuchyňka	206.1	1	2.40	2.40	26	2.2
PP 3	29				2	2.41	2.41	26	2.2
PP 3	30				3	2.42	2.42	26	2.2
PP 2	40	207	kancelář 3	207.1	1	2.43	2.43	26	2.2
PP 2	41				2	2.44	2.44	26	2.2
PP 2	42				3	2.45	2.45	26	2.2
PP 2	43			207.2	1	2.46	2.46	27,5	2.2
PP 2	44				2	2.47	2.47	27,5	2.2
PP 2	45				3	2.48	2.48	27,5	2.2

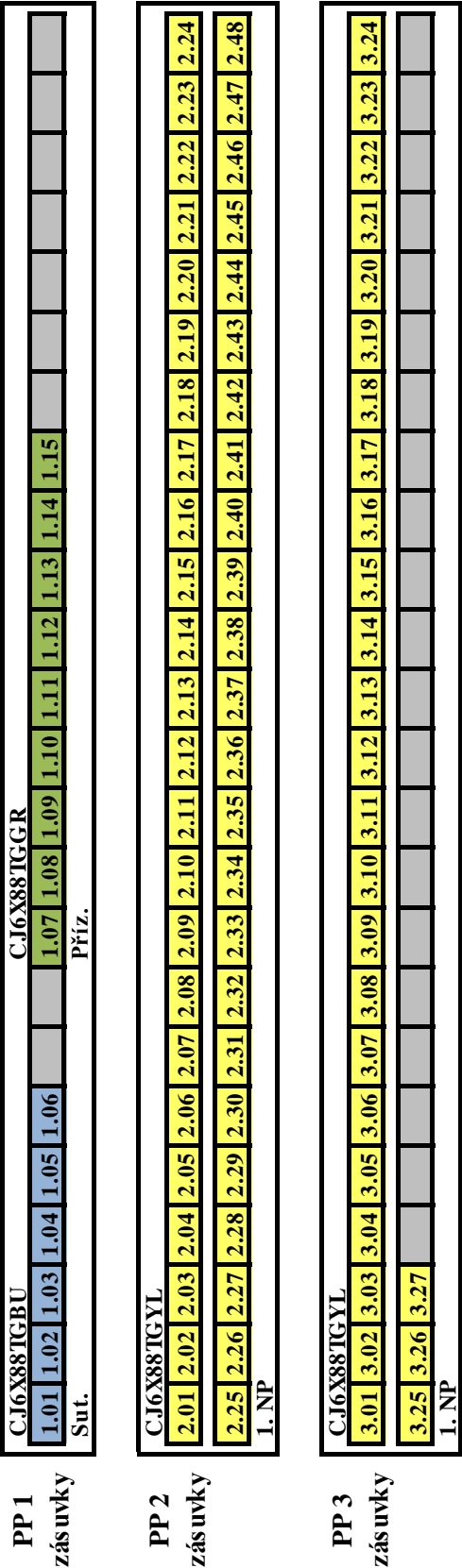
(Zdroj: vlastní zpracování)

**Příloha č. 10:** Návrh kabelové tabulky rozvaděče – propojovací panel 3

				Zásuvka	Port		Kabel		
Panel	Port	Místnost	Popis	označ.	č	označ.	označ.	délka (m)	trasa
PP 3	1	208	kancelář 4	208.1	1	3.01	3.01	29,5	2.2
PP 3	2				2	3.02	3.02	29,5	2.2
PP 3	3				3	3.03	3.03	29,5	2.2
PP 3	4			208.2	1	3.04	3.04	30	2.2
PP 3	5				2	3.05	3.05	30	2.2
PP 3	6				3	3.06	3.06	30	2.2
PP 3	7			208.3	1	3.07	3.07	33	2.2
PP 3	8				2	3.08	3.08	33	2.2
PP 3	9				3	3.09	3.09	33	2.2
PP 3	10	209	kancelář 5	209.1	1	3.10	3.10	33,5	2.3
PP 3	11				2	3.11	3.11	33,5	2.3
PP 3	12				3	3.12	3.12	33,5	2.3
PP 3	13			209.2	1	3.13	3.13	34,5	2.3
PP 3	14				2	3.14	3.14	34,5	2.3
PP 3	15				3	3.15	3.15	34,5	2.3
PP 3	16			209.3	1	3.16	3.16	37,5	2.3
PP 3	17				2	3.17	3.17	37,5	2.3
PP 3	18				3	3.18	3.18	37,5	2.3
PP 3	19	210	kancelář 6	210.1	1	3.19	3.19	39	2.3
PP 3	20				2	3.20	3.20	39	2.3
PP 3	21				3	3.21	3.21	39	2.3
PP 3	22			210.2	1	3.22	3.22	41	2.3
PP 3	23				2	3.23	3.23	41	2.3
PP 3	24				3	3.24	3.24	41	2.3
PP 3	25			210.3	1	3.25	3.25	44	2.3
PP 3	26				2	3.26	3.26	44	2.3
PP 3	27				3	3.27	3.27	44	2.3

(Zdroj: vlastní zpracování)

**Příloha č. 11:** Schéma osazení patch panelů v datovém rozvaděči



(Zdroj: vlastní zpracování)

**Příloha č. 12:** Návrh na osazení datového rozvaděče

U1	patch panel 24 port PP 1	CPP24FMWBLY
U2	horizontální	WMP1E
U3	organizér	
U4	switch 50 port	M4100-50G
U5	horizontální	WMP1E
U6	organizér	
U7	patch panel 48 port PP 2	CPP48FMWBLY
U8		
U9	horizontální	WMP1E
U10	organizér	
U11	switch 50 port	M4100-50G
U12	horizontální	WMP1E
U13	organizér	
U14	patch panel 48 port PP 3	CPP48FMWBLY
U15		
U16	horizontální	WMP1E
U17	organizér	
U18	switch 50 port	M4100-50G
U19	REZERVA	
U20		
U21		
U22		
U23		
U24	místo pro MONITOR	
U25		
U26		
U27		
U28		
U29		
U30		
U31	police	9010-1924
U32	výsuvná police	9015-1909
U33	REZERVA	
U34		
U35	místo pro SERVER	
U36	místo pro SERVER	
U37	REZERVA	
U38	modem a Wi-Fi router	EPC3925 a AC160
U39	police	9010-1924
U40	REZERVA	
U41	UPS	USVSD110
U42	PDU	IU070126

(Zdroj: vlastní zpracování)

### Příloha č. 13: Rozpis materiálu včetně odhadovaných nákladů

			Množství	Cena (Kč)	
Kód produktu	Popis	Výrobce	ks	za ks	celkem
<b>Kabel</b>					
1700E	UTP Cat. 5 šedý, cívka 305 m	BELDEN	8	1 850,00	14 800,00
<b>Patch cord</b>					
C501106002	Patch Cord Cat. 5 0,6 m modrý	BELDEN	6	78,00	468,00
C501105002	Patch Cord Cat. 5 0,6 m zelený	BELDEN	9	78,00	702,00
C501104002	Patch Cord Cat. 5 0,6 m žlutý	BELDEN	75	78,00	5 850,00
C501109002	Patch Cord Cat. 5 0,6 m bílý	BELDEN	4	78,00	312,00
C501109004	Patch Cord Cat. 5 1,2 m bílý	BELDEN	19	83,00	1 577,00
C501109007	Patch Cord Cat. 5 2,1 m bílý	BELDEN	13	96,00	1 248,00
C501109010	Patch Cord Cat. 5 3,0 m bílý	BELDEN	14	107,00	1 498,00
C501109015	Patch Cord Cat. 5 4,6 m bílý	BELDEN	3	128,00	384,00
<b>Datová zásuvka</b>					
5014E-A00400 03	datová zásuvka Time® bílá/bílá	ABB	30	123,50	3 705,00
3901F-A00110 03	rámeček pro datovou zásuvku Time® bílý	ABB	30	27,00	810,00
<b>Keystone jack</b>					
CJ588AWY	Mini-Com® jack RJ45, Cat. 5, bílý	PANDUIT	90	120,00	10 800,00
CJ588BUY	Mini-Com® jack RJ45, Cat. 5, modrý	PANDUIT	6	120,00	720,00
CJ588GRY	Mini-Com® jack RJ45, Cat. 5, zelený	PANDUIT	9	120,00	1 080,00
CJ588YLY	Mini-Com® jack RJ45, Cat. 5, žlutý	PANDUIT	75	120,00	9 000,00
<b>Datový rozvaděč</b>					
CPP24FMWBLY	modulární patch panel 24port 1U	PANDUIT	1	680,00	680,00
CPP48FMWBLY	modulární patch panel 48port 1U	PANDUIT	2	1 440,00	2 880,00
WMP1E	horizontální organizér 2U	PANDUIT	4	1 600,00	6 400,00
USVSD110	UPS 1U 1100VA/990W, 5 min	SCHRACK	1	14 950,00	14 950,00
IU070126	PDU 19", 8x 230V, přep. ochrana, 1U	SCHRACK	1	4 041,00	4 041,00
9015-1909	výsuvná police pro klávesnici	BELDEN	1	1 800,00	1 800,00
9010-1924	police	BELDEN	1	1 500,00	1 500,00
S1224-C	montážní sada W5	PANDUIT	100	4,00	400,00
<b>Vedení kabeláže</b>					
1436/1 K50	ohebná trubka 35,9 mm, balení 50 m	KOPOS	3	1 640,00	4 920,00
NKZI 50X250X0.70	kabelový žlab s integrovanou spojkou, 1 m	KOPOS	114	215,60	24 578,40
NKO 90X100X250	oblouk klesající 90°	KOPOS	3	557,20	1 671,60
NSO 90X100X250	oblouk stoupající 90°	KOPOS	3	579,90	1 739,70
NKR 100X250	kříž	KOPOS	1	689,90	689,90
NS 50	spojka	KOPOS	50	7,50	375,00
NO 45X50X250	oblouk 90°	KOPOS	12	386,00	4 632,00
NT 50X250	T-kus	KOPOS	3	501,30	1 503,90
NVKO 90X100X250	víko oblouku klesajícího 90°	KOPOS	3	153,30	459,90
NVSO 90X250	víko oblouku stoupajícího 90°	KOPOS	3	119,90	359,70
NPKV 250	profil pro přichytky kabelů	KOPOS	80	71,10	5 688,00
PKC1 1203	přichytky kabelů	KOPOS	160	34,70	5 552,00
VU	úchyt víka	KOPOS	24	10,50	252,00
NKSJ	konzola svislá pro montáž do stropu	KOPOS	90	167,80	15 102,00
NPR 250	podpěra rychloupínací pro připevnění žlabů	KOPOS		124,60	-
NMP 300	profil montážní pro podpěry rychloupínací	KOPOS	180	137,30	24 714,00
	šrouby, podložky, matky a ostatní montážní prvky	KOPOS	---	---	---



Aktivní prvky					
AC1600	Wi-Fi router, GE RJ45, IEEE 802.11 a/b/g/n/ac	NETGEAR	2	3 600,00	7 200,00
M4100-50G	switch 50 GE RJ45 port	NETGEAR	3	14 000,00	42 000,00
Ostatní					
S050X150YAJ	popisky na kabely	PANDUIT	360	2,00	720,00
C075X025YJJ	popisky na zásuvky a patch panely	PANDUIT	90	5,00	450,00
	vázací pásky různé	PANDUIT	200	---	---
	další drobný materiál (uzemňovací kabel,...)	---	---	---	---
<b>Cena bez DPH</b>					<b>228 213,10</b>
<b>Cena s DPH</b>					<b>276 137,85</b>

(Zdroj: vlastní zpracování)